第２６回評価小委員会
資料６－７

DME燃料実用化普及促進研究
プロジェクト評価（事後）報告書
（案）

平成21年3月

産業構造審議会産業技術分科会

評　価　小　委　員　会

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化･活性化、優れた成果の獲得や社会･経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成１７年3月２９日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成１７年4月１日改定）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施しているDME燃料実用化普及促進研究は、ＬＰガスにＤＭＥを混合した状態での実用化可能性を検証することにより、家庭業務用分野でのＤＭＥの実用化･普及促進を図ることが可能となり、環境制約の克服と同時に、ＬＰガスの安定的の安定的かつ低廉な供給の確保に資するため、平成１７年度から平成１９年度まで実施したものである。

今回の評価は、このDME燃料実用化普及促進研究の事後評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなるDME燃料実用化普及促進研究プロジェクト事後評価検討会（座長：後藤新一　独立行政法人産業技術総合研究所　新燃料自動車技術研究総合センター長）を開催した。

今般、当該検討会における検討結果が評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（小委員長：平澤　泠　東京大学名誉教授）に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成２１年3月

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会
委 員 名 簿

委員長	平澤　冷	東京大学　名誉教授
	池村　淑道	長浜バイオ大学バイオサイエンス学部　教授
	伊澤　達夫	東京工業大学　理事・副学長
	大島　まり	東京大学大学院情報学環　教授 東京大学生産技術研究所　教授
	菊池　純一	青山学院大学法学部・大学院法学研究科ビジネス法務専攻　教授
	鈴木　潤	政策研究大学院大学　教授
	辻　智子	日本水産株式会社　顧問
	冨田　房男	放送大学北海道学習センター　所長
	中小路　久美代	株式会社ＳＲＡ先端技術研究所　主幹 東京大学先端技術研究センター　特任教授
	山地　憲治	東京大学大学院工学系研究科　教授
	吉本　陽子	三菱ＵＦＪリサーチ＆コンサルティング株式会社 経済・社会政策部　主任研究員

（委員敬称略、五十音順）

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

DME燃料実用化普及促進研究プロジェクト事後評価検討会
委員名簿

座長	後藤　新一	独立行政法人産業技術総合研究所 新燃料自動車技術研究センター長
	大塚　寿	日本ディー･エム･イー株式会社　取締役副社長
	小峰　裕	日本ＬＰガス団体協議会　政策委員会委員
	難波　三男	高圧ガス保安協会　液化石油ガス研究所長
	御法川　龍雄	株式会社コスモ技研　技術顧問
	柳川　達彦	有限責任中間法人ＤＭＥ普及促進センター　事務局長

（敬称略、五十音順）

事務局：経済産業省資源エネルギー庁石油流通課

DME燃料実用化普及促進研究プロジェクトの評価に係る省内関係者

【事後評価時】

資源エネルギー庁　資源・燃料部　石油流通課長　岸　敬也（事業担当課長）

産業技術環境局　技術評価室長　　長濱　裕二

【事前評価時】

資源エネルギー庁　資源・燃料部　石油流通課長　村松　秀浩（事業担当課長）

DME燃料実用化普及促進研究プロジェクト事後評価

審 議 経 過

○第１回事後評価検討会（平成２１年１月２１日）
- ・評価の方法等について
- ・プロジェクトの概要について
- ・評価の進め方について

○第２回事後評価検討会（平成２１年３月１６日）
- ・評価報告書(案)について

○産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（平成２１年３月２４日）
- ・評価報告書(案)について

目　次

事後評価報告書概要

事後評価報告書概要

プロジェクト名	ＤＭＥ燃料実用化普及促進研究
上位施策名	燃料技術開発プログラム
事業担当課	資源･燃料部石油流通課

プロジェクトの目的･概要

我が国は、エネルギーの石油依存、中東依存という脆弱な供給構造下にあり、今後も供給途絶による石油危機という危険性が依然存在する。とりわけ、ＬＰガスの供給は中東依存度が９０％にも及び、さらに価格決定方式はサウジアラビアのＣＰ（通告制度）であるため、競合エネルギーに比べ、割高であり、全国2,500万世帯に供給されている民生用のエネルギーとしては、競争力上でも大きな課題を背負っている。予てより、その打開策が求められているところであるが、ＤＭＥは、まだ、我が国では、燃料としての実績はないものの、その物性がＬＰガスに類似しており、さらに天然ガスや石炭、バイオマス等中東に依存しなくてもよい原料から製造されるマルチソースなエネルギーである。しかも硫黄分･窒素分や燃焼時に粒子状物質（ＰＭ）を含まないクリーンなエネルギーであり、ＬＰガスを十分に補完する燃料となりうるものとして着目され、産業用部門での利用技術研究等が進められてきた。このような状況下で、主力の家庭業務用分野でのＤＭＥの導入について検討が進められ、普及のためには各家庭での機器改造等のコスト負担が極力少ないこと、さらにＬＰガスに物性が類似しているという両面から考慮して、ＬＰガスにＤＭＥを混合して利用する方法が最も現実的な方法であるという考え方を基に、国の事業として本研究開発が実施された。

具体的には、代表的な家庭用消費機器（コンロ、給湯器等）、業務用のＬＰガスエンジン、業務用の小型ＬＰガスボイラーで混合燃焼試験を実施し、利用可能性について検討を重ねた。

予算額等　　（単位：千円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成１７年度	平成１９年度	－	平成２０年度	(財)エルピーガス振興センター
H17FY 予算額	H18FY 予算額	H19FY 予算額	総予算額	総執行額
２７８，３０２	２７９，６３７	２０８，９４９	７６６，８８８	７１４，０２３

目標･指標及び成果･達成度

(1) 全体目標に対する成果･達成度

家庭業務用分野は液化石油ガス法による規制下にあり、液化石油ガスは、プロパン、ブタンを主成分（50%以上）としたガス液と定義されていることから、DMEの最大混合比率の目標を、この範囲を逸脱せず、既存のLPガス設備を使用できる実用範囲として最大40wt%に設定した。

下記のとおり、目標は全て達成された。

個別要素技術	目標･指標	成果	達成度
異種燃料混合燃焼技術	LPガスの供給設備、家庭業務用の消費設備において、LPガスにDMEを混合する状態での消費機器に係る燃焼試験を行ない、DMEの実用可能性濃度を検証しつつ、部分改造を含む燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適燃焼が維持されるDMEの混合比率を明らかにする。 全ての燃焼方式の家庭用消費機器、ガスエンジン、小型ボイラーを対象として、DMEの燃焼性に与える影響が大きくかつ人体影響の大きい燃焼排ガスCOを主な指標（JIS及びメーカ基準）として、 ①消費機器を改造なしで使用する場合 ②消費機器に軽微な改造を施した場合(*1) ③さらに、消費機器に部分改造を行った場合(*2) での3条件での各々の最大DME混合比率を求める。 消費機器への改造を含め、DME混合比率を最大40wt%まで高めることを目標とする。	3条件（①改造なし、②軽微な改造、③部分改造）での最適燃焼が維持される最大DME混合比率を把握するとともに、指標値であるCOが基準値内であることを確認し、併せて消費機器に部分改造を施すことにより最大DME混合比率40wt%を確認して、目標を達成した。 ①改造なしの場合 小型ボイラー （DME50wt%） （CO26.4ppm:基準値100ppm内） ガスエンジン （DME10wt%） （CO736ppm:基準値2800ppm内） 家庭用消費機器 （DME20wt%） （CO5～164ppm:基準値700～2800ppm内） ②軽微な改造 ガスエンジン （DME40wt%） （CO800ppm:基準値2800ppm内） 家庭用消費機器 （DME30wt%） （CO23.5～230ppm:基準値700～2800ppm内） ③部分改造 家庭用消費機器 （DME40wt%） （CO31.6～270ppm:基準値700～2800ppm内） ※尚、試験ガスは市販LPガスと純度99．9%DMEを使用した。	達成

(*1)軽微な改造：通常業務の中で、現場で調整できる範囲の仕様変更

(*2)部分改造：メーカーの工場で調整する必要のある範囲の仕様変更

(2) 目標及び計画の変更の有無

目標及び計画の変更はない。

＜共通指標＞

論文数
2

評価概要

1．事業の目的･政策的位置付けの妥当性

我が国の化石エネルギーへの依存度は高く（２００６年度で約８２％〈熱量ﾍﾞｰｽ〉）、その輸入依存度（除く原子力）は９０％以上で、産業用･民生用ともに、依然として、その供給構造は脆弱であると言わざるをえない。とりわけ、ＬＰガスは９０％近い中東依存度を示しており、当然のことながら､海外のエネルギー需給動向や価格動向に大きく影響を受け、特に近年は、サウジアラビアの輸出価格（ＣＰ）に翻弄されており、昨年は1,000ドル／ﾄﾝにも迫る価格の急騰により、過去にない厳しい局面に立たされたことは記憶に新しいところである。

このような状況が続く中で、ＬＰガスに類似した物性をもつＤＭＥを、ＬＰガスを補完するエネルギーとして実用化出来れば、現状のＬＰガス輸入価格に対する牽制となる可能性は高く、我が国は元より、アジア諸国に対しても、｢エネルギーセキュリティ｣と｢環境改善｣の両面で寄与することができる。

ＬＰガスの現状を打開できる具体的で、かつ有効性のある対応策の扉を先導的に開こうとしている当研究は、極めて意義の高いものである。

しかし、ＤＭＥという新しいエネルギーは、燃料としての実績はなく、ようやく実用化の端緒についたばかりであり、それ自体で収益を上げるレベルには遠く、本格的な普及のためには、開発･供給インフラの整備等で時間と多額の投資を必要とする。さらに大規模製造プラントからの供給によって競合燃料以下の価格が担保されない間は、リスクが伴うため、民間だけに委ねるのは困難であり、エネルギーの安定供給確保という政策目標に実現に向けて、ＤＭＥ燃料の早期実用化のために国のプロジェクトとして行うことが必要な事業であり、国の関与が必要であった。

本研究は、海外（特にアジア諸国）でも関心が高く、エネルギー政策基本法13条、新･国家エネルギー戦略7にも記載されている｢アジア等の国々とエネルギー･環境問題対策の為の国際協力｣のテーマになる可能性を有している。

以上から、エネルギーソースの多様化、エネルギーの安定供給の確保、ＬＰガスの輸入価格の安定のみならず、｢アジア等の国々とエネルギー･環境問題対策の為の国際協力｣という国のエネルギー政策にも合致しており、極めて妥当なものである。

一方、本研究は、当初の目標であるＬＰガスの補完的機能を重視して来たが、バイオマスによるＤＭＥは持続性のある再生可能エネルギーとして位置付けられている。家庭用エネルギーとして実用化普及促進を行うためには、各国同様に再生可能エネルギーのﾒﾘｯﾄであるカーボンニュートラルの特性を活かした活用を検討すべきとの意見あった。

2．研究開発等の目標の妥当性

ＤＭＥ混合比率の最大目標を４０wt%、対象機器がＬＰガスの家庭業務用市場で普及している主要な機器として、家庭用消費機器６機種、業務用消費機器２機種を設定したことは大変具体的で妥当である。さらに、改造なしでどこまで使えるかを見極めた上で、費用負担の少ない軽微な改造、部分改造を施すという３段階での設定も、現実的な対応策として妥当である。

一方、ガスエンジンは、元々、オクタン価の低いＤＭＥには適していないので、単なる使用限界を調査するだけでなく、意義が十分に説明された目標設定にするべきとの意見もあった。また、今回は、ＬＰガスを補完するという目的に拘り、ＤＭＥ混合比率を５０wt%以下としているが、研究開発要素に力点をおいた混合比率の大幅な拡大の研究がなされてもよかったのではないかとの意見もあった。

3．成果、目標の達成度の妥当性

代表的な機器の全てについて、目標を達成し、改造項目とＤＭＥ混合比率の関係を得ることができ、さらに４０wt%まで混合可能であるということが実証された成果は大きい。さらに、燃焼ガスを供給する供給機器類の耐久性をも実証できたことから目標の達成は妥当である。

特に、自然気化モデルの構築を行い、ソフトパッケージ化まで完成させた功績は大きい。
また、設定されや目標以外では、ＤＭＥをガスエンジンで混合使用する際のノッキング発生に関して、未燃ガス領域におけるホルムアルデヒドの消費速度との相関が分かったことが挙げられる。今後、ＬＰガス自動車用のエンジンまでにＤＭＥ混合使用を拡大できるかを検討する際、貴重なヒ

ントとなりうる。
一方、Oリング等ゴム材の劣化に対する検証･試験が十分でなかった。また、軽微な改造、部分改造に伴う改造コストの把握が必要であるとの意見もあった。
さらに、今回の研究が応用研究であったことから、やむ得ない側面もあるが、発表論文数、特許、実用新案等が如何にも物足りないとの意見もあった。

４．事業化、波及効果についての妥当性

４０wt％という高いＤＭＥ混合比率がえられたことは、今後のＬＰガスとＤＭＥの国際市場価格の動向によっては、実用化への弾みがつく可能性が大きい。
我が国においても、既に新潟でＤＭＥ生産プラントが立ち上がり、実用化への第一歩を踏み出したところである。法･規制の緩和など検討すべき課題は、まだあるものの、従来からの研究成果（工業用原料やディーゼル車用燃料等）に、新たに本研究成果が加わったことにより、これらが実用化することによる需要増大、スケールメリットによる価格低減、競争力の向上、さらなる実用化の進展へとつながる可能性が一段と高まったといえる。
したがって、本研究成果は極めて妥当であるといえる。
一方、混合燃料の本格的実用化のためには法規制の緩和が必要であり、そのためには、国と業界が一体となって、検討すべき緊急の課題であるとの意見もあった。
ＤＭＥはバイオマス等からも製造される再生可能エネルギーであることを、もっと強く打ち出すことにより、家庭用ＬＰガス販売事業者へ事業の将来を確保し、その成果をアジア諸国へ提供し、関係強化へ繋ぐべきであるとの意見もあった。

５．研究開発マネジメント･体制･資金･費用対効果等の妥当性

研究計画については、課題と目標が明確に整理されている。
研究実施体制については、期間が3年間であることからも、課題毎にそれぞれの分野で豊富な実績と知見を蓄積しているメーカーと連携した3分室体制の下で推進したことは妥当であり、また、それぞれが通常の研究体制システムをそのまま適用していることから、指揮系統や研究スケジュールを効率的に進める上で妥当であった。
研究開発の計画、中間状況等についても、定期的に開催された委員会･専門部会等で審議し、その結果に基づいて次のステップに進むという取り組み方を踏襲しており、これが、全ての目標を達成できた要因の一つとなっていると判断される。
また、どの課題についても、資金の制約等により、目標達成が出来なかったという形跡が見られなかったことから、効率的かつ適切な配分がなされたと判断する。
費用対効果については、報告書では限定的な範囲で記載されているが、現在、我が国で進められている代エネ法の見直し等によるＬＰガス業界の今後の動向如何や、アジア諸国でのＤＭＥ開発動向如何では、その効果が拡大する可能性を有していると判断する。
一方、ＬＰガスとＤＭＥの経済性について考察されているが、価格変動の激しい最中での試算であり、今後、情勢が落ち着いた段階での再評価が必要であるとの意見もあった。

６．総合評価

本事業は、我が国だけの供給安定化、環境対策だけではなく、さらに、それらをアジアを含めたグローバルな国際協力等に、日本が先導する現実的な対応策として活用できる観点からも、意義の大きい案件である。
家庭用エネルギーを主体に進めてきた今回の事業は、欧米の運輸機関主体とは一線を引いた特色をもっており、大変価値のあるものである。
今回実施して得られたデータは、時間と金がかかっており、容易に真似の出来るものではなく、日本の財産として有効活用すべきである。
3年間の総費用は、７．２億円であるが、以上のような意義を踏まえれば、決して高くはなく、妥当である。
一方、得られた成果を着実に実用化に結びつけるためにも、残された課題解決策を整理し、早急な対応策が必要とされるとの意見もあった。

また、DMEに関しては、エネルギーソースの多様化の一環としてのLPガスの中東依存度の低減という側面だけではなく、普及拡大のためには、バイオマス由来の再生可能エネルギー源としての位置付けが、今後の大きな鍵となってくることが予想されるとの意見もあった。

7．今後の研究開発の方向等に関する提言

○DMEの燃料としての生産プラントが既に稼動を始め、経済産業省においてDME利用機器のインセンティブも発足し、いよいよDMEの活用が端緒についたといえる。今回の成果を生かし、更なる利用を促進していくことが望まれる。

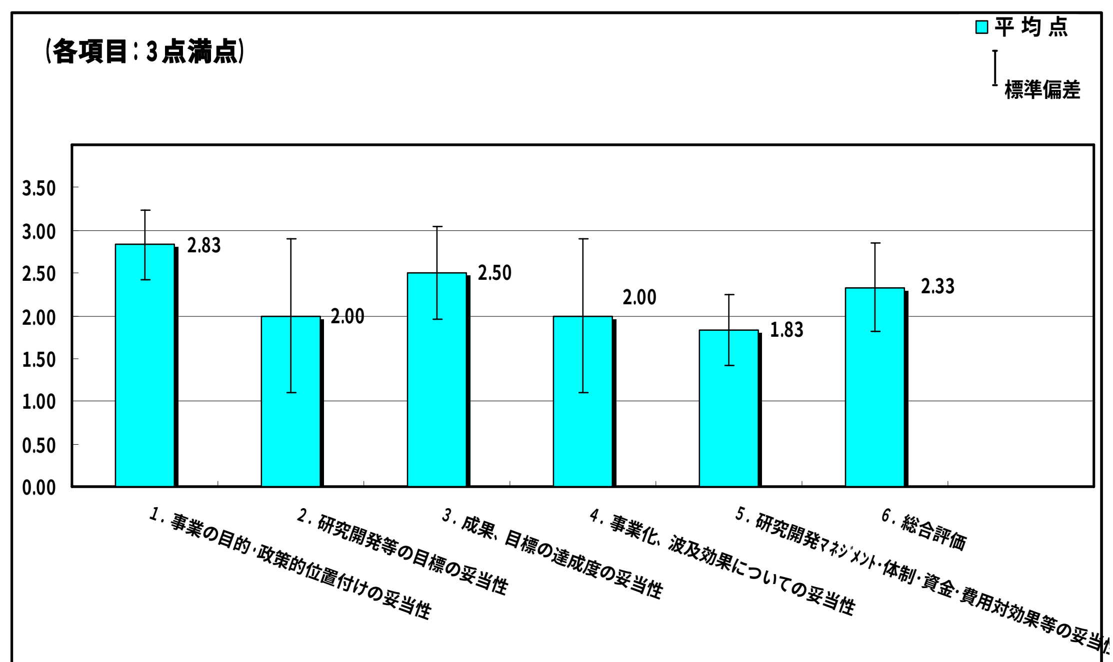
○規制緩和については、民間単独では、難しい面があるので、(財)エルピーガス振興センターが公的機関を牽引してすすめることが望ましい。

○地球環境問題の面についてこの研究成果を梃子にして、LPガスを純化石燃料からの脱却を目指す方策として、バイオDMEの開発の現状把握、事業化調査等実施し、バイオDMEを混合したグリーンLPガスの具現化を検討することが、LPガス業界・DME関係者の双方にとって重要なテーマである。

○本事業で実施した既存設備を利用して、LPガスにDMEを混合したDME混合燃料の使用限界を明らかにし、その実用性を系統的に検証したことは、新規性・先進性の高いものであり、海外からも大変注目されているところである。この成果は国内での利用につなげるだけでなく、既にDME混合燃料を実用化している中国を始め、韓国、インドネシア、タイ、ベトナム等DME普及を目指すアジア諸国に対して、エネルギーの環境分野における国際協力としていくことが望まれる。

○利用技術開発として、①C1化学（下水汚泥からのメタン発酵等多くの炭素源からのメタノール合成や、CO2からのメタノール合成等）の研究の充実化、②LPガス用フォークリフトへの混合燃料の実用可能性、③DME混合ガスのダイレクト供給（都市ガス会社でプロパンのダイレクト供給を行っている実例あり）による実用可能性、④DME耐性のある安価なゴムシール材の開発等すべきである。

評点結果



第1章　評価の実施方法

第1章　評価の実施方法

本プロジェクト評価は、「経済産業省技術評価指針」（平成17年4月1日改定、以下「評価指針」という。）に基づき、以下のとおり行われた。

1．評価目的

評価指針においては、評価の基本的考え方として、評価実施する目的として
(1)研究開発に対する経済的・社会的ニーズの反映
(2)より効率的・効果的な研究開発の実施
(3)国民への施策・事業等の開示
(4)資源の重点的・効率的配分への反映
(5)研究開発機関の自己改革の促進等
を定めるとともに、評価の実施にあたっては、
(1)透明性の確保
(2)中立性の確保
(3)継続性の確保
(4)実効性の確保
を基本理念としている。

プロジェクト評価とは、評価指針における評価類型の一つとして位置付けられ、プロジェクトそのものについて、同評価指針に基づき、事業の目的・政策的位置付けの妥当性、研究開発等の目標の妥当性、成果、目標の達成度の妥当性、事業化、波及効果についての妥当性、研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性の評価項目について、評価を実施するものである。

その評価結果は、本プロジェクトの実施、運営等の改善や技術開発の効果、効率性の改善、更には予算等の資源配分に反映させることになるものである。

2．評価者

評価を実施するにあたり、評価指針に定められた「評価を行う場合には、被評価者に直接利害を有しない中立的な者である外部評価者の導入等により、中立性の確保に努めること」との規定に基づき、外部の有識者・専門家で構成する検討会を設置し、評価を行うこととした。

これに基づき、評価検討会を設置し、プロジェクトの目的や研究内容に即した専門家や経済・社会ニーズについて指摘できる有識者等から評価検討会委員名簿にある6名が選任された。

なお、本評価検討会の事務局については、指針に基づき経済産業省石油流通課が担当した。

３．評価対象

ＤＭＥ燃料実用化普及促進研究（実施期間：平成１７年度から平成１９年度）を評価対象として、研究開発実施者（財団法人エルピーガス振興センター）から提出されたプロジェクトの内容・成果等に関する資料及び説明に基づき評価した。

４．評価方法

第1回評価検討会においては、研究開発実施者からの資料提供、説明及び質疑応答、並びに委員による意見交換が行われた。

第2回評価検討会においては、それらを踏まえて「プロジェクト評価における標準的評価項目・評価基準」、今後の研究開発の方向等に関する提言等及び要素技術について評価を実施し、併せて4段階評点法による評価を行い、評価報告書(案)を審議、確定した。

また、評価の透明性の確保の観点から、知的財産保護、個人情報で支障が生じると認められる場合等を除き、評価検討会を公開として実施した。

５．プロジェクト評価における標準的な評価項目・評価基準

評価検討会においては、経済産業省産業技術環境局技術評価調査課において平成１９年6月１日に策定した「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準について」のプロジェクト評価（中間・事後評価）に沿った評価項目・評価基準とした。

１．事業の目的・政策的位置付けの妥当性

（1）国の事業として妥当であるか、国の関与が必要とされる事業か。

・国民や社会のニーズに合っているか。
・官民の役割分担は適切か。

（2）事業目的は妥当で、政策的位置付けは明確か。

・事業の政策的意義（上位の施策との関連付け等）
・事業の科学的・技術的意義（新規性・先進性・独創性・革新性・先導性等）
・社会的・経済的意義（実用性等）

２．研究開発等の目標の妥当性

（1）研究開発等の目標は適切かつ妥当か。

・目的達成のために具体的かつ明確な研究開発等の目標及び目標水準を設定しているか。
　特に、中間評価の場合、中間評価時点で、達成すべき水準（基準値）が設定されているか。
・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

３．成果、目標の達成度の妥当性

（1）成果は妥当か。

・得られた成果は何か。

・設定された目標以外に得られた成果はあるか。

・共通指標である、論文の発表、特許の出願、国際標準の形成、プロトタイプの作製等があったか。

(2) 目標の達成度は妥当か。

・設定された目標の達成度（指標により測定し、中間及び事後評価時点の達成すべき水準（基準値）との比較）はどうか。

4．事業化、波及効果についての妥当性

(1) 事業化については妥当か。

・事業化の見通し（事業化に向けてのシナリオ、事業化に関する問題点及び解決方策の明確化等）は立っているか。

(2) 波及効果は妥当か。

・成果に基づいた波及効果を生じたか、期待できるか。

・当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。

5．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

(1) 研究開発計画は適切かつ妥当か。

・事業の目標を達成するために本計画は適切であったか（想定された課題への対応の妥当性）。

・採択スケジュール等は妥当であったか。

・選別過程は適切であったか。

・採択された実施者は妥当であったか。

(2) 研究開発実施者の実施体制・運営は適切かつ妥当か。

・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか、いたか。

・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか、いたか。

・目標達成及び効率的実施のために必要な、実施者間の連携／競争が十分に行われる体制となっているか、いたか。

・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組を積極的に実施しているか、いたか。

(3) 資金配分は妥当か。

・資金の過不足はなかったか。

・資金の内部配分は妥当か。

(4) 費用対効果等は妥当か。

・投入された資源量に見合った効果が生じたか、期待できるか。

・必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか。

(5) 変化への対応は妥当か。

・社会経済情勢等周辺の状況変化に柔軟に対応しているか（新たな課題への対応の妥当性）。

・代替手段との比較を適切に行ったか。

6．総合評価

第2章　プロジェクトの概要

第2章　プロジェクトの概要

１．事業の目的・政策的位置付け

目的

- エネルギー源の多様化を図ること。
- エネルギーの安定供給の確保を図ること。
- LPガスの輸入価格の安定を図ること。

政策的位置付け

クリーン燃料開発プログラム（H１４～H１６）のDME燃料利用機器開発事業を継承した燃料技術開発プログラム（H１７～H２２）の家庭業務用分野の利用技術開発

- 地球環境負荷低減を図る。
- 地球温暖化防止を図る。
- エネルギーセキュリティ確保を図る。

2．研究開発等の目標

要素技術	目標・指標	妥当性・設定理由根拠等
異種燃料混合燃焼技術	ＬＰガスの供給設備、家庭業務用の消費設備において、ＬＰガスにDMEを混合する状態での消費機器に係る燃焼試験を行ない、ＤＭＥの実用可能性濃度を検証しつつ、部分改造を含む燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適燃焼が維持されるＤＭＥの混合比率を明らかにする。 全ての燃焼方式の家庭用消費機器、ガスエンジン、小型ボイラーを対象として、ＤＭＥの燃焼性に与える影響が大きくかつ人体影響の大きい燃焼排ガスＣＯを主な指標（JIS及びメーカ基準）として、 ①消費機器を改造なしで使用する場合　②消費機器に軽微な改造を施した場合　③さらに、消費機器に部分改造を行った場合での3条件での各々の最大ＤＭＥ混合比率を求める。 消費機器への改造を含め、ＤＭＥ混合比率を最大４０wt％まで高めることを目標とする。	ＤＭＥの影響を受けやすく、人体に影響するＣＯを燃焼判定の主な指標とし、その基準値は家庭業務用消費機器はJIS基準値、その他機器はメーカ基準値とする。 液化石油ガス法において、液化石油ガスはプロパン、ブタン及びプロピレンを主成分としたガス液と定義されていることから、ＬＰガス消費機器の改造を伴うＤＭＥ混合燃料での最大目標混合比率については、ＤＭＥ混合燃料がＬＰガスを主成分（５０wt％以上）とする範囲を逸脱せずに既存のＬＰガス設備が使用できる実用範囲として、４０wt％に設定した。

３．成果、目標の達成度

要素技術	目標・指標	成　　果	達成度
異種燃料混合燃焼技術	ＬＰガスの供給設備、家庭業務用の消費設備において、ＬＰガスにＤＭＥを混合する状態での消費機器に係る燃焼試験を行ない、ＤＭＥの実用可能性濃度を検証しつつ、部分改造を含む燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適燃焼が維持されるＤＭＥの混合比率を明らかにする。 全ての燃焼方式の家庭用消費機器、ガスエンジン、小型ボイラーを対象として、ＤＭＥの燃焼性に与える影響が大きくかつ人体影響の大きい燃焼排ガスＣＯを主な指標（ＪＩＳ及びメーカ基準）として、 ①消費機器を改造なしで使用する場合 ②消費機器に軽微な改造を施した場合 ③さらに、消費機器に部分改造を行った場合での３条件での各々の最大ＤＭＥ混合比率を求める。 消費機器への改造を含め、ＤＭＥ混合比率を最大４０wt％まで高めることを目標とする。	３条件（①改造なし、②軽微な改造、③部分改造）での最適燃焼が維持される最大ＤＭＥ混合比率を把握するとともに、指標値であるＣＯが基準値内であることを確認し、併せて消費機器に部分改造を施すことにより最大ＤＭＥ混合比率４０wt%を確認して、目標を達成した。 (ＤＭＥ混合比率) (計測値) ①改造なしの場合 小型ボイラー　(ＤＭＥ５０wt%) (ＣＯ26.4ppm:基準値100ppm内) ガスエンジン　(DME１０wt%) (ＣＯ736ppm:基準値2800ppm内) 家庭用消費機器　(DME２０wt%) (ＣＯ5～164ppm:基準値700～2800ppm内) ②軽微な改造 ガスエンジン　(ＤＭＥ４０wt%) (ＣＯ800ppm:基準値2800ppm内) 家庭用消費機器　(DME３０wt%) (ＣＯ23.5～230ppm:基準値700～2800ppm内) ③部分改造 家庭用消費機器　(DME４０wt%) (ＣＯ31.6～270ppm:基準値700～2800ppm内) ※尚、試験ガスは市販ＬＰガスと純度９９．９％ＤＭＥを使用した。	達成

成果、目標の達成度（論文等の指標）

	論文数	学会等講演数
平成17年度	0	0
平成18年度	1	3
平成19年度	0	5
平成20年度	1	6
合計	2	14

４．事業化、波及効果について

①平成２０年度に民間会社によるＤＭＥ製造プラントが新潟で立ち上がり、供給面においては、ＤＭＥ製造が本格化する兆しが見えてきたことと相まって、更に、平成２０年度からＤＭＥ燃料利用設備導入促進補助事業により大型ボイラー導入に対する支援が開始されたことによって、工業用については官民合わせての普及促進に向けての協力体制が整ってきたところである。

②これに加えて、本事業によって実証されてきた家庭業務用機器でのＤＭＥ混合燃料の混合燃焼性等の安全性等については、一定の検証結果が得られたことによって、今後燃焼機器を製造するメーカーがコスト検証等を行い、生産の取り組みが進んで行くことになれば波及効果が見込めることとなる。

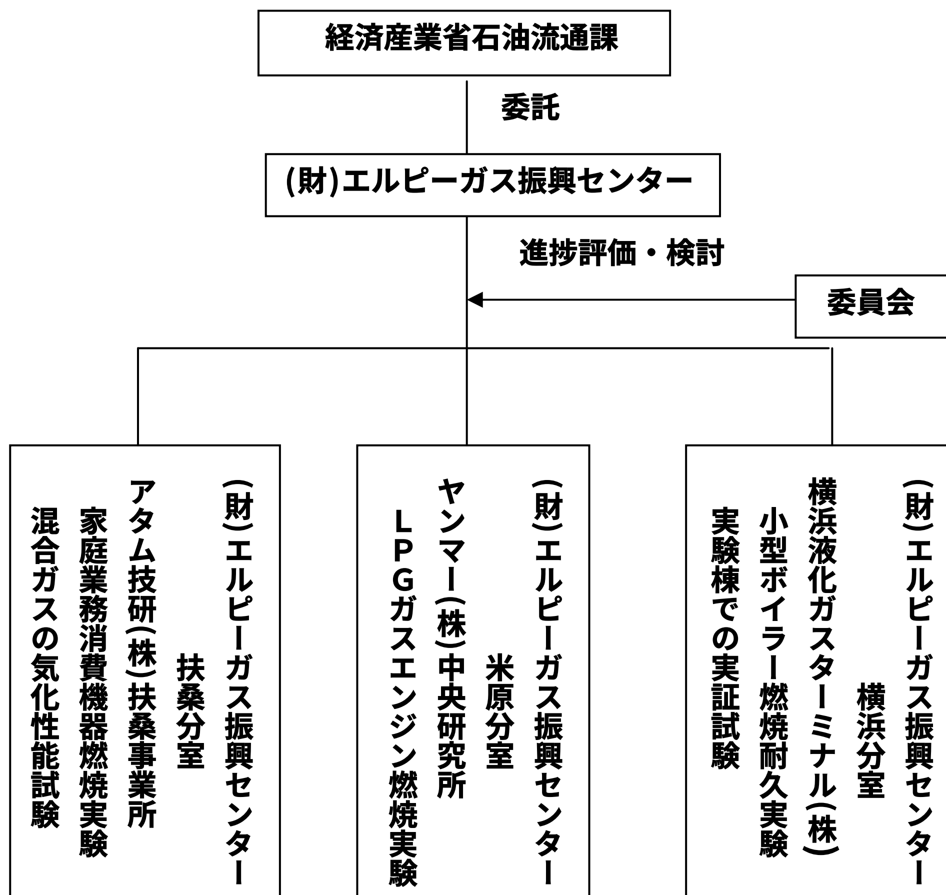
５．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

５－１　研究開発計画

対象機器	研究の内容	H17	H18	H19	業務分担
家庭用業務用消費機器	①ＬＰガス仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ濃度の検証	○			アタム(株)
	②軽微な仕様変更での検証		○		アタム(株)
	③ＤＭＥ限界濃度の検証			○	アタム(株)
ＬＰＧガスエンジン	①ＬＰガス仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ濃度の検証	○			ヤンマー(株)
	②軽微な仕様変更での検証		○		ヤンマー(株)
	③仕様変更での耐久性の検証			○	ヤンマー(株)，ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	④排ガス中の未燃ＨＣの低減方法の確立			○	ヤンマー
ＬＰガスボイラ	①ＬＰガス仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ濃度の検証	○			ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
	②ＤＭＥ最大濃度での燃焼耐久性試験		○		ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
	③ＤＭＥ最大濃度での供給機器の耐久性を確認			○	ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
実験棟での耐久試験	①実験棟の建設	○			ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	②ＬＰＧ仕様でＤＭＥ最大濃度での消費機器と供給機器の耐久試験		○		ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
	③軽微な仕様変更での最大ＤＭＥ濃度による耐久試験			○	ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
混合ガスの状態変化の検証	容器から自然気化による組成変化		○		ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	充填後の容器内での均一混合性		○	○	ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	繰返し充填での容器内ＤＭＥ濃度変化			○	ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	容器からの自然気化性能と外気温		○		アタム(株)
	実使用条件下で、容器からの安定供給			○	アタム(株)
状態変化の推算式の誘導	自然気化の場合の推算式を誘導		○		ＬＰＧＣ
	繰返充填の場合の推算式を誘導			○	ＬＰＧＣ

ＹＬＴ：横浜液化ガスターミナル(株)、ＬＰＧＣ：(財)エルピーガス振興センター

５－２　実施体制



５－３　資金配分

表５－３　事業費の推移（単位：百万円、百万円未満切り捨て）

	平成１７年度	平成１８年度	平成１９年度	計
委託金額	２４１	２７３	２００	７１４

５－４　費用対効果

平成１７年度から平成１９年度まで事業費約７．１４億円で研究開発を行った。
今回の研究開発での大きな成果は、家庭業務用分野において、ＬＰガスにＤＭＥという新しい燃料を混合することにより、既存のＬＰガス仕様のままの燃焼機器でも使用が可能であることが実証されたことである。

ＬＰガスの家庭業務用消費機器のマーケットは、平成１９年度メーカー販売金額（実績）で約1,100億円を越す規模である。（出典：ガス石油機器の販売実績と予測、日本ガス石油機器工業会）７．１４億円の研究費用もこの大きな市場から見れば、1％に満たない金額であり、決して過大な投資とは言えないレベルであると考える。

さらに、国際需給が反映されて価格が決まっていると言えないＬＰガス輸入価格の高騰に苦しみながら、他に有効な代替手段をもたないＬＰガス業界にとって、ＬＰガスの国際価格に連動しないＤＭＥが、主力の家庭業務用分野で使える見通しが立ったことは、今後の事業展開、消費者負担の軽減、国益の維持等を図る上でもその意義は大きいと考えられる。

第3章　評　価

第3章　評価

1．事業の目的・政策的位置付けの妥当性

我が国の化石エネルギーへの依存度は高く（２００６年度で約８２％〈熱量ﾍﾞｰｽ〉）、その輸入依存度（除く原子力）は９０％以上で、産業用・民生用ともに、依然として、その供給構造は脆弱であると言わざるをえない。とりわけ、ＬＰガスは９０％近い中東依存度を示しており、当然のことながら、海外のエネルギー需給動向や価格動向に大きく影響を受け、特に近年は、サウジアラビアの輸出価格（ＣＰ）に翻弄されており、平成２０年は1,000ドル／ﾄﾝにも迫る価格の急騰により過去にない厳しい局面に立たされたことは記憶に新しいところである。

このような状況が続く中で、ＬＰガスに類似した物性をもつＤＭＥを、ＬＰガスを補完するエネルギーとして実用化出来れば、現状のＬＰガス輸入価格に対する牽制となる可能性は高く、我が国は元より、アジア諸国に対しても、「エネルギーセキュリティ」と「環境改善」の両面で寄与することができる。

ＬＰガスの現状を打開できる具体的で、かつ有効性のある対応策の扉を先導的に開こうとしている当研究は、極めて意義の高いものである。

しかし、ＤＭＥという新しいエネルギーは、燃料としての実績はなく、ようやく実用化の端緒についたばかりであり、それ自体で収益を上げるレベルには遠く、本格的な普及のためには、開発・供給インフラの整備等で時間と多額の投資を必要とする。さらに大規模製造プラントからの供給によって競合燃料以下の価格が担保されない間は、リスクが伴うため、民間だけに委ねるのは困難であり、エネルギーの安定供給確保という政策目標の実現に向けて、ＤＭＥ燃料の早期実現のために、国のプロジェクトとして行うことが必要な事業であり、国の関与が必要であった。

本研究は、海外（特にアジア諸国）でも関心が高く、エネルギー政策基本法13条、新・国家エネルギー戦略7にも記載されている「アジア等の国々とエネルギー・環境問題対策の為の国際協力」のテーマになる可能性を有している。

以上から、エネルギーソースの多様化、エネルギーの安定供給の確保、ＬＰガスの輸入価格の安定のみならず、「アジア諸国とのエネルギー・環境問題対策のための国際協力」という国のエネルギー政策にも合致しており、その目的は極めて妥当なものである。

一方、本研究は、当初の目標であるＬＰガスの補完的機能を重視して来たが、バイオマスによるＤＭＥは持続性のある再生可能エネルギーとして位置付けられている。家庭用エネルギーとして実用普及促進を行うためには、各国同様に再生可能エネルギーのﾒﾘｯﾄであるカーボンニュートラルの特性を活かした活用を検討すべきとの意見があった。

【肯定的意見】

○まだ実用化にいたっていないDME利用機器のＬＰガスとの混合濃度の影響について、企業だけでは系統的に研究開発を実施し社会へデータを公表することがなかなか困難であることから、今回センターで研究開発を実施したことは非常に有意義であった。

特に他ではまだ手がけていなかったことから、新規性、先進性、先導性から、国外からも高く評価されている。

○本件は純化石燃料且つ90%近い中東依存となっているＬＰガスの現状を打開出来得る具体的で有効性ある対応策の扉を先導的に開いた訳で「エネルギーセキュリティー」と「環境保全」に直結するものであり意義は深い。

○本件は海外（特にアジア諸国）でも関心が高く、エネルギー政策基本法13条、新･国家エネルギー戦略7にも記載されている「アジア等の国々とエネルギー･環境問題対策の為の国際協力」への具体的テーマになる可能性を有しており、上記と合わせ意義は更に高まり国策プロジェクトとして相応しい案件と判断される。

○我が国における化石エネルギーへの依存度は、２００６年度で約８２%(熱量ﾍﾞｰｽ)と高く、輸入依存度は原子力を除くと９０%以上と、産業･民生にとって重要なエネルギーを海外から輸入しなければならないエネルギー小国である。当然、海外のエネルギー需給動向や価格動向に大きく影響を受ける。

この実態を踏まえて、エネルギー政策基本法第二条には、『石油等の一次エネルギーの輸入における特定の地域への過度な依存を低減するとともに、我が国にとって重要なエネルギー資源の開発、エネルギー輸送体制の整備、エネルギーの備蓄及びエネルギーの利用の効率化を推進すること並びにエネルギーに関し適切な危機管理を行うこと等により、エネルギーの供給源の多様化、エネルギー自給率の向上及びエネルギーの分野における安全保障を図ることを基本として施策が講じられなければならない。』と謳われている。この条文中のエネルギー資源の開発には、従来の天然資源の探鉱･採掘のみでなく、新エネルギーの開発や未利用エネルギーの有効利用に加えて、発想をチェンジしたバイオエネルギーや合成エネルギーも含まれることは自明である。

しかし、未だ実用化の途中に有るこれらのエネルギーはそれ自体で収益を上げるに至らず、また開発･普及に時間と多額の投資を必要とする。従って、これらが何とか独り立ちできるまで国が守り育てなければ、発育不全のまま潰えてしまう。

そこに、国の積極的指導と援助があれば民間の優れた技術が生き、事業化への方向性が定まる。国の事業である理由であり、関与が必要である。

○ＤＭＥに関して言えば、サウジアラムコ社に価格を振り回されている現状のＬＰＧ輸入価格に対する牽制となる可能性は大である。その証拠として数年前、価格高騰の１つの大きな原因であった 中国の輸入量が、最近大幅に落ちている。 国内製油所での生産とＤＭＥにより需要を賄っているからだと言われている。最近インドやタイもＤＭＥに興味を示しているとの情報もあり、日本･韓国が追随すれば極東地区での市況に大きく影響する事が予想され、これは輸入する各国の利益に合致する。

以上の理由で、ＤＭＥの利用は国益に資し、国民の生活に直結するエネルギー供給源の多様化に資する方策であるといえる。しかしながら本研究が普及のための応用研究であることから、官民の役割分担は、現状ではこの程度が妥当であろうと判断できる。

○環境対策と新エネルギーは国が行うべき研究テーマであり、国民のニーズと言うより地球的には世界のニーズである。着手した時期もよく、世界をリードできて良かった。

○本成果は、先進性があるため日本のみならず迅速に世界に発信すべきである。

○家庭用エネルギーとしてのＤＭＥの利用は昨今の環境問題に対処出来る再生可能エネルギーとして社会的ニーズに合致しており、国が事業として推進することは当を得ている。

また、ＤＭＥを家庭用エネルギーとすることはＬＰガスと同様に国としての位置付けも必要と考えられる。この数年で、ＤＭＥは欧米各国や中国を初めとするアジア各国でも脚光を浴びつつあるが、大半は輸送機関用エネルギーとしての位置付けであり、家庭用を主体とする今回の事業は大いに技術的意義があると考えられる。

○中東依存度の高いＬＰガスを補完するためにＤＭＥを混合利用する研究開発を行うことはエネルギーの安定供給を図る観点から重要であり、技術基準に繋がる要素があるため民間だけでは実行できないので、国の実施事業として妥当である。

　エネルギー源の多様化、エネルギーの安定供給の確保、ＬＰガスの輸入価格の安定という事業目的は国のエネルギー政策に基づいており、妥当である。

【問題・改善すべき点】

○バイオマスからメタノール或いはDMEを製造する動きが内外で行われているが、これらの動向と本研究を連接させることでLPGの純化石燃料からの脱却の具体的道筋が描ける。

バイオDMEの役割向上を踏まえ具体的開発状況の把握が必要と思う。

○政策的位置付け(参考資料2の5ページ20行目)

・最初の1行目は、繰り返しであり、若干論調も不明確となっているように思う。むしろここは近年増加傾向にある家庭・業務用の温室効果ガス(GHG:CO_2)の削減に寄与できる可能性について強調すべきではないか。(御法川委員の意見参照)　その上で、2行目中程以降の「しかしながら、」と続ければその後との整合性が良くなると考える。

・同様に、9行目の最後「これにより、」以後の部分も論調がぶれる。環境対応を前面に出すのなら、あくまで　それをメインとして「本研究によってＤＭＥの民生用の需要が増えてGHG削減という大きな成果が上がることが期待できるようになり、その副次的効果として需要の増大による量産化が行われて価格低減につながり、またその結果としてエネルギーセキュリティの向上に資する事になる」と結ぶべきではないか。

・エネルギーセキュリティに関して付言すれば、供給側のエネルギーセキュリティだけでなく需要側のエネルギーセキュリティに対しても言及しておくべきだと考える。つまりオール電化の様に炊事用の熱も明かりも暖房・空調・給湯も単一のエネルギーで賄うとすれば、地震・台風・落雷等によりその供給が断たれれば完全にお手上げ状態となる。家庭・業務用として複数のエネルギーがあれば、なんとか暮らしていける可能性が増える事になる。しかも、ガス体エネルギーは取扱いが簡単であり熱量も高いことから、家庭・業務用のエネルギーの1つとして、需要側のエネルギーセキュリティへの最適の選択と定義付けられよう。

○今回の事業に際しては当初目標であるＬＰガスの補完的機能を重視して来たが、昨今の海外文献によれば持続性のある再生可能エネルギーとして位置付けられている。

今後、家庭用エネルギーとして実用普及促進を行うためには各国同様に再生可能エネルギーのメリットであるカーボンニュートラルの特性を活かした活用を検討すべきと考える。

また、当面はＤＭＥ混合ＬＰガスとＬＰガス単体の併用供給や利用時の様々な問題を解決するためにもＨＥＭＳ等の情報サービスも検討すべきではないか。

２．研究開発等の目標の妥当性

ＤＭＥ混合比率の最大目標を４０wt%、対象機器がＬＰガスの家庭業務用市場で普及している主要な機器として、家庭用消費機器６機種、業務用消費機器２機種を設定したことは大変具体的で妥当である。 さらに、改造なしでどこまで使えるかを見極めた上で、費用負担の少ない軽微な改造、部分改造を施すという３段階での設定も、現実的な対応策として妥当である。 一方、ガスエンジンは、元々、オクタン価の低いＤＭＥには適していないので、単なる使用限界を調査するだけでなく、意義が十分に説明された目標設定にするべきとの意見があった。また、今回は、ＬＰガスを補完するという目的に拘り、ＤＭＥ混合比率を５０wt%以下としているが、研究開発要素に力点をおいた混合比率の大幅な拡大の研究がなされてもよかったのではないかとの意見もあった。

【肯定的意見】

○単年度の研究ではなく数年に亘って研究開発を継続できたことから、試験データを検証しながら研究開発を進めることができたことから、きめ細かなデータが得られた。各々の燃焼機器において、技術指針（混合割合）を明確に示すことができ、工学的にも工業的に大いに貢献している。

○プロパンへのDME混合の割合がLPG利用機器の安全使用に与える影響を精査し、既存消費機器での適正混合率を明らかにし、混合割合を多くする場合でも軽微或いは部分改造を目標にした点は現実的な対応策と判断できる。

○目標設定及び達成度に関する適切な指標が設定されている。

○混合ガスの最大となる４０wt%を目標に設定し試験をしており、具体性がある。

○考えられる代表的な全機器について全て試験している。目標も全て達成されており地道な作業の積み重ねではあるが、成し遂げた結果は評価に値する。

○家庭用ＬＰガスの混合を目標とし、目標値の４０wt%を達成出来たことは評価に値する。
　また、改造無しでの２０wt%混合の利用は海外においても同様の値が報告されていることからも当該データの信頼性は高いと判断される。

○家庭業務用６種類の消費機器、業務用２種類の消費機器という代表機器の選定は使用実績から判断して適切である。検討内容として、改造なしでどこまで使えるかを見極めた上で、費用負担の少ない軽微な改造、部分改造を行うという３段階の設定も妥当である。

【問題点・改善すべき点】

○実証を含めた現実的な対応策に力点を置いたことで研究開発要素がやや薄くなった点は否めない。

○現行法との関連及びＬＰガスへの補完目的に拘りＤＭＥの混合率を５０wt%以下としているが、研究開発要素に力点を置いたＤＭＥの混合率の大幅拡大の研究開発がなされていないのは残念。

○参考資料１の６ページに書かれている消費機器に関しての目標は、要素技術、目的、判断の指標が整理され、選定理由も明示されていて、分かり易い。しかし、ガスエンジンやボイラーに関しての目標や指標については、必ずしも明確ではない。(後の個別研究報告の中には記載がある)　また、参考資料２の６ページ「研究開発目標」は、表などを利用し、もっと簡潔に且つ明確に表現すべきである。

○家庭用ＬＰガスの安定供給と増量材とするだけでなく、欧米と同様に生ゴミ等の再生可能エネルギー源を利用する持続性のあるエネルギーとしての位置付けを明確にすべきと考える。
○ＬＰガスエンジンについては、元々オクタン価の低いＤＭＥには適していないので、単に使用限界を調べるだけでなく、意義を十分説明して目標設定したほうがよかった。

３．成果、目標の達成度の妥当性

代表的な機器の全てについて、目標を達成し、改造項目とＤＭＥ混合比率の関係を得ることができ、さらに４０wt%まで混合可能であるということが実証された成果は大きい。さらに、燃焼ガスを供給する供給機器類の耐久性を実証できたことから目標の達成は妥当である。
特に、自然気化モデルの構築を行い、ソフトパッケージ化まで完成させた功績は大きい。
また、設定されや目標以外では、ＤＭＥをガスエンジンで混合使用する際のノッキング発生に関して、未燃ガス領域におけるホルムアルデヒドの消費速度との相関が分かったことが挙げられる。今後、ＬＰガス自動車用のエンジンまでにＤＭＥ混合使用を拡大できるか否かを考える上で貴重なヒントとなりうる。
一方、Oリング等ゴム材の劣化に対する検証･試験が十分でなかった。軽微な改造、部分改造に伴う改造コストの把握が必要であるとの意見もあった。
さらに、今回の研究が応用研究であったことから、やむを得ない側面もあるが、発表論数、特許、実用新案等が如何にも物足りないとの意見もあった。

【肯定的意見】
○機器の改造項目と混合率との関係を得ることと、明確な目標を提示していたことから、無駄な研究項目もなく、効率的に研究開発を進めることができている。
○消費機器につき①改造なし、②軽微な改造、③部分改造と分類された明確な成果が出ており、自然気化供給設備では耐久性も実証出来、妥当な成果と思われる。
○各3条件(①改造無し､②軽微な改造､③部分改造)での最適燃焼が維持できる最大ＤＭＥ混合比率を把握。且つ指標値であるＣＯが基準値内であることが確認された。また､既存のＬＰガス消費機器に部分改造したものでは､最大ＤＭＥ混合比率が４０wt%まで上げられることを確認した。
→消費機器への改造を含め､ＤＭＥ混合比率を最大４０wt%まで高めるという目標を達成。
○ＤＭＥ･ＬＰＧ混合燃料の均一混合性と､経時分離性の検討及びそれらの気化時の組成変化の 推算式(Benedict-Webb-Rubin状態方程式をベースとした)を応用して､自然気化モデルの構築を行い､ソフトウェアのパッケージ化まで完成させたことは､ＤＭＥの普及に大きく貢献するであろうと思われる成果である。繰り返し充填後のＤＭＥ混合比率の推算式についても同様の評価が出来る。
○設定された目標以外の成果として､ＤＭＥをガスエンジンに混合使用する際のノッキング発生に関して､未燃ガス領域におけるホルムアルデヒド(ＨＣＨＯ)の消費速度との相関が分かったことが上げられる。将来ＬＰガス自動車用のエンジンにまでＤＭＥを混合使用が拡大できるかを、考える上で一つのヒントに成り得ると考える。
○全ての目標をクリアーし達成している。
○家庭用ＬＰガスへのＤＭＥの混合目標の４０wt%が達成出来たことは評価に値すると判断される。

また、使用条件を変更する必要がないＤＭＥの混合比を２０wt%としたことは海外文献からも同様の判断が見られることから信頼性は高いと判断される。

なお、当初想定されていなかったゴム材質の耐久性に関して一定の成果が得られたことは、家庭用ＬＰガスの保安対策面から特記すべき成果と判断する。

○目的に最適な研究手法で行われ、定量的なデータを収集でき、得られた成果は妥当である。

家庭業務用のうち個々の機器については目標以上の成果を得られ、目標の達成度は妥当である。論文･学会発表などの件数も多く、また、この成果を「ＤＭＥを混合したＬＰガスの利用ガイド」にまとめＬＰガス関係者への啓蒙を図っていることも有意義である。

【問題･改善すべき点】

○強制気化供給設備のフッ素ゴム系Oリング劣化対策に関する知見があればその記述が望まれる。

○軽微な改造、部分改造する上での改造コストの把握が望まれる。

○エンジンのOリング(フッ素ゴム製)が、ＤＭＥ混合液に触れると侵食され劣化するとの知見を得たが、ＤＭＥの濃度と時間のファクターとの関連性を把握する検証がなされていない。ＤＭＥとＬＰＧの混合液の浸漬試験等により、その辺の知見を増やす努力をして欲しかった。

○今回の研究が、ＤＭＥ燃料を普及促進するための応用研究であったことで止むを得ない側面もあるが、発表論文数が平成１７年度～平成２０年度の4年間で2件というのは、いかにも少ない。特許･実用新案についても、ＰＣＴ出願するまでは行かないとしても、例えば前出のソフトウェアパッケージの心臓となるロジックなどを抑えておく事は出来なかったのであろうか。

○エネルギーとしてのＤＭＥの開発研究は最近の欧米やアジア各国の文献にも見られるが、大半は輸送機関用の再生可能エネルギー源としてカーボンニュートラルを強調している。

今後、家庭用ＬＰガスのインフラを活用したＤＭＥの普及促進を図るためには環境対策としての優位性を打出すべきと考える。

○家庭業務用6種類を総括的にまとめる手法は正しいと思うが、個々の機器によっては目標以上の成果が出たことが埋没しているのでもう少しその特徴などをアピールしてほしい。

４．事業化、波及効果についての妥当性

４０wt％という高いＤＭＥ混合比率がえられたことは、今後のＬＰガスとＤＭＥの国際市場価格の動向によっては、実用化への弾みがつく可能性が大きい。
　我が国においても、既に新潟でＤＭＥ生産プラントが立ち上がり、実用化への第一歩を踏み出したところである。法・規制の緩和など検討すべき課題は、まだあるものの、従来からの研究成果（工業用原料やディーゼル車用燃料等）に、新たに本研究成果が加わったことにより、これらが実用化することによる需要増大、スケールメリットによる価格低減、競争力の向上、さらなる実用化の進展へとつながる可能性が一段と高まったといえる。
　したがって、本研究成果は極めて妥当であるといえる。
　一方、混合燃料の本格的実用化のためには法規制の緩和が必要であり、そのためには、国と業界が一体となって、検討すべき緊急の課題であるとの意見もあった。
　ＤＭＥはバイオマス等からも製造される再生可能エネルギー源であることを、もっと強く打ち出すことにより、家庭用ＬＰガス販売事業者へ事業の将来を確保し、その成果をアジア諸国へ提供し、関係強化へ繋ぐべきであるとの意見もあった。

【肯定的意見】

○現在、ＤＭＥ燃料が市場に出たばかりであり、ＬＰガスとの混合利用まで進んでいるわけではないことから、即事業化というわけではない。ただし、ボイラ利用では改造なしに５０：５０まで混合率を増加させることができる指針が得られていることなどから、ＤＭＥとＬＰガスの市場価格合によっては、今回の技術開発が利用される可能性が非常に大きい。
　特に中国では既に、ＤＭＥとＬＰガスの混合利用が実施されているといわれており、本研究結果もさまざまな形で利用されているようである。

○新潟でＤＭＥのプラント（年産８万ﾄﾝ）が完成し、供給体制が出来上り、事業化への一歩は踏み出したといえる。法・規制の緩和が進むことにより、本研究の成果の他に、工業用、ディーゼルエンジン用燃料等での需要も期待できる。それらの需要が増えてくればスケールメリットによる価格低減が可能となり、競争力が生まれ、事業化が進むと考えられる。

○地球温暖化防止に向けた対策の一環と成り得る。ある試算によれば、本研究の成果であるＤＭＥ４０wt％の混合燃料を用いれば、CO_2の排出係数は天然ガスよりも低くなり、可燃性エネルギーとして最小のものになるとのこと。わが国は、２００５年1月～２００６年3月間での間に、世界全体の排出枠の３８％を購入して世界一だそうであるが、それにかかる費用も削減できる可能性がある。

○波及効果として、日本より民生用のクリーンなガス体燃料の需要が多い海外(インド・タイ等)からの技術指導を求められる話もありうる。

○事業化に関しては新潟プラントの稼動により具体化しつつある。
　今後、積極的に事業化を推進するためには、単にＬＰガスの代替補填のみではなく、欧米各国が進めている都市部における生ゴミ処理等による再生可能エネルギー源としての位置付けも大きく期待される。

○ＤＭＥの最適混合比率を検証できたことにより、混合利用時のガイドラインとなり、事業化への足がかりができた。

【問題・改善すべき点】
○日本における事業化の為には、解決すべき法規制上の課題整理が望まれる一方、代エネ法の見直しと絡んだLPG業界の取り組み方針が事業化の鍵を握っていると判断される。
○本研究による民生用のＤＭＥは、一般高圧ガス法によって規制を受けるもので、液石法による規制を受けているＬＰガスとでは、このままでは組み合わせが困難である。普及に向けて、国とＬＰガス業界とが一体となった検討体制の構築が急務である
○ヨーロッパ連合は持続可能なエネルギー政策として、再生可能エネルギー源に関するテーマを取上げ、スウェーデンやイギリスでは輸送機関用エネルギーとしてＤＭＥをカーボンニュートラルエネルギーに位置付け、アメリカも同様の動きにある。

また、中国、フィリピン、パキスタン等も欧米の支援を受けて、再生可能エネルギー源としてのＤＭＥ開発に取組む動きにある。

我国としても、家庭用エネルギーとしてのＤＭＥも再生可能エネルギーであることを明確に打ち出すことにより、現在のプロパン販売事業者に対して分散エネルギー供給事業者としての将来性を提供する波及効果が期待できると考える。
○今回得られた成果を基にして今後市場に投入していくために必要な課題及びそれに対する解決策を整理してほしい。

5．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

研究計画については、課題と目標が明確に整理されている。

研究実施体制については、期間が3年間であることからも、課題毎にそれぞれの分野で豊富な実績と知見を蓄積しているメーカーと連携した3分室体制の下で推進したことは妥当であり、また、それぞれが通常の研究体制システムをそのまま適用していることから、指揮系統や研究スケジュールを効率的に進める上で妥当であった。

研究開発の計画、中間状況等についても、定期的に開催された委員会・専門部会等で審議し、その結果に基づいて次のステップに進むという取り組み方を踏襲しており、これが、全ての目標を達成できた要因の一つとなっていると判断される。

また、どの課題についても、資金の制約等により、目標達成が出来なかったという形跡が見られなかったことから、効率的かつ適切な配分がなされたと判断する。

費用対効果については、報告書では限定的な範囲で記載されているが、現在、我が国で進められている代エネ法の見直し等によるＬＰガス業界の今後の動向如何や、アジア諸国でのＤＭＥ開発動向如何では、その効果が拡大する可能性を有していると判断する。

一方、ＬＰガスとＤＭＥの経済性について考察されているが、価格変動の激しい最中での試算であり、今後、情勢が落ち着いた段階での再評価が必要であるとの意見もあった。

【肯定的意見】
○研究計画も課題と目標が明確に整理されており適切であった。参加企業もその分野での第1線の企業であることから、研究開発も無駄なく効率的に進めることができた。
○研究実施体制については、メーカーでの通常の研究開発体制システムをそのまま適用していることから、指揮系統や研究スケジュールなど無理なく進められたと思える。

○資金の詳細は把握はしていないが、各メーカーからは資金の制約による研究開発の制約は聞いていないことから、適切に配分及び効率的な運用がなされていると思われる。
○本事業の推進体制･運営は適切且つ妥当であった。
○費用対効果は現状は限定的だが、今後の代エネ法見直し等によるLPG業界の動向、アジア諸国におけるDME開発動向次第でその効果が拡大する可能性を有している。
○今回の3つの項目(家庭業務用燃焼機器、ガスエンジン、小型ボイラー)に関して、それぞれの分野を得手としているメーカーが存在し、または設備を有する会社があることから、研究チームも分けたことは当然である。またそれぞれのチームが所定の目標をクリアしたことに鑑みると、スケジュール･運営は順調に行われたと判断する。
○費用対効果は、所定の目標を達成していることからほぼ問題なかったのではないかと推測できる。
○研究開発実施者の実施体制･運営は3箇所で実施し効率を高めた。結果についても常に意見交換等し試験に反映させたため適切かつ妥当であった。
○ＤＭＥとの混合使用によるＬＰガスの供給安定強化に資し、同時に世界的な環境問題に対応出来るエネルギーとしてＤＭＥが注目されており、当該研究開発計画は妥当であると考える。

即ち、ＤＭＥの家庭用エネルギーとしての実用化は我国独自の先進技術であり、家庭用エネルギーの環境対策に大きく貢献するものと考えられる。

研究開発実施者が、経験豊な技術水準を有することから、本研究成果が得られたと判断される。
○3年の期間で効率的に実施できる研究開発計画となっている。実施体制は国内で考えられる最適な陣容となっている。

【問題点･改善すべき点】
○LPGとDMEの経済性につき考察されており参考にはなるが、激しい変化の最中の試算であり、今後情勢が落ち着いた段階での再評価が必要。
○エネルギーを取り巻く脱化石化の動きは、今後益々拍車がかかる事が予想され、ＬＰガスを補完するバイオ起源DME登場の期待度が高まりつつある。ＮＥＤＯ等で実証されたバイオ起源のﾒﾀﾉｰﾙ製造等の把握と連携が重要。
○ＤＭＥの環境性能に関して優位を主張するためには、混合燃料と他燃料との排出係数の比較や、排出量取引にかかるおおよそのｺｽﾄ(見込み)との比較検討も有っても良いのではないかと考える。
○家庭用エネルギーとしてのＤＭＥ供給は、当初からＬＰガスのインフラを利用することが想定されていた。家庭用エネルギーとして普及促進を図るためには、販売事業者やユーザーに向けたインパクトの提供が必要。前述のカーボンニュートラルやＬＰガスとの混合により、競合エネルギーと比較して遜色のない炭酸ガス排出係数であること等の検討を進めるべきである。
○昨今は油価の乱高下などエネルギーを取り巻く状況は日々変化するが、将来をマクロ的に捉え対応を整理しておき本事業の意義を高めていく。

６．総合評価

本事業は、我が国だけの供給安定化、環境対策してだけではなく、さらに、それらをアジアを含めたグローバルな国際協力等に、日本が先導する現実的な対応策として活用できる観点からも、意義の大きい案件である。
家庭用エネルギーを主体に進めてきた今回の事業は、欧米の運輸機関主体とは一線を引いた特色をもっており、大変価値のあるものである。
今回実施して得られたデータは、時間と金がかっかており、容易に真似の出来るものではなく、日本の財産として有効活用すべきである。
3年間の総費用は、７．２億円であるが、以上のような意義を踏まえれば、決して高くはなく、妥当である。
一方、得られた成果を着実に実用化に結びつけるためにも、残された課題解決策を整理し、早急な対応策が必要とされるとの意見があった。
また、ＤＭＥに関しては、エネルギーソースの多様化の一環としてのＬＰガスの中東依存度低減という側面だけではなく、普及拡大のためには、バイオマス由来の再生可能エネルギー源としての位置付けが、今後の大きな鍵となってくることが予想されるとの意見があった。

【肯定的意見】

○当初の目標を達成し技術指針を明確に示すことができたこと及びその他の遂行状況から、総合的には、成功事例と認められる。

○本事業はエネルギー・環境問題対策、更にそれらの国際協力等日本が先導する現実的な対応策として政策的意義の大きい案件と判断される。

○研究開発の目標も耐久性実証を含めた現実的な要素確認が中心となり事業化の為の準備は進展しており、波及効果・費用対効果は現状限定的ではあるがLPG業界のポスト代エネ法を睨んだ動向、アジア諸国のDME開発動向により大いに期待される。

○今回の一般家庭での消費機器で、どの程度までＤＭＥを混合できるかという検討は、ＤＭＥをプロパンガスの補完として普及させるためには必要な研究であったと考える。その意味で今回の事業は意義深いものであったと判断する。また掛かった費用も3年間で約7.2億円(年平均2.4億円)は妥当な金額であったといえる。

○環境対策、新エネルギー対策上からも期待されたテーマであった。広範囲な燃焼機器が試験され安全性も確認されたことは評価に価する。ＤＭＥについては、日本が先駆的に手がけた事業であり、実用化ではエネルギー不足の中国に遅れをとったが、実用化に向けた保有データは比較できない程優れている。各国で事業が立ち上がってきており情報交換や連携も必要であるが、今回実施したようなデータは時間とお金がかかっており簡単にまねのできるものではない。日本の資産として有効活用して欲しい。

○ＤＭＥエネルギーの実用化は欧米各国でも脚光を浴びつつあり、同一の歩みを進めて来たことは評価出来る。中でも、家庭用エネルギーを主体として進めてきた今回の事業は欧米の運輸機関主体とは一線を引いた特色あるものと判断される。

○本事業は海外特に中東依存度の高いＬＰガスの供給安定を図るために有効な方法としてのＤＭＥ混合利用に関して、定量的なデータを得ることが目的であり、その成果は国内だけに留まらず、世界

的にも価値のあるものである。

【問題点・改善すべき点】

○特許や外部発表が少し少ないが、今後の各社での研究開発において期待したい。

○純化石エネルギーからの脱却をＬＰガス業界が目指すならバイオＤＭＥの動向が鍵となりその具体的把握は極めて重要となる。

○ＤＭＥの利点である様々な炭素源から合成が可能であることに対する掘り下げ(例えばバイオ由来や二酸化炭素からの合成)や、そのコスト比較などに関してはまだ手付かずに等しい。今後これらの問題に関しても更なる研究がなされることを期待する。

○今後の普及推進を図るために環境対策を重視した方向付けを推進する必要がある。

　また、環境を保全しつつ快適な生活を維持するためには、家庭用エネルギーの管理についてユーザーだけでなくエネルギー供給事業者によるサービスの強化も求められる。

このためにはＨＥＭＳ等のITによるシステム構築を図る必要があると考える。

○今後、得られた成果を基に実用化に如何に結びつけるか、残された課題に対して解決策を整理し、国の支援を必要とするかどうかを判断しておく。

7．今後の研究開発の方向等に関する提言

○ＤＭＥの燃料としての生産プラントが既に稼動を始め、経済産業省においてＤＭＥ利用機器のインセンティブも発足し、いよいよＤＭＥの活用が端緒についたといえる。今回の成果を生かし、更なる利用を促進していくことが望まれる。

○規制緩和については、民間単独では、難しい面があるので、(財)エルピーガス振興センターが公的機関を牽引してすすめることが望ましい。

○地球環境問題の面についてこの研究成果を梃子にして、ＬＰガスを純化石燃料からの脱却を目指す方策として、バイオＤＭＥの開発の現状把握、事業化調査等実施し、バイオＤＭＥを混合したグリーンＬＰガスの具現化を検討することが、ＬＰガス業界・ＤＭＥ関係者の双方にとって重要なテーマである。

○本事業で実施した既存設備を利用して、ＬＰガスにＤＭＥを混合したＤＭＥ混合燃料の使用限界を明らかにし、その実用性を系統的に検証したことは、新規性・先進性の高いものであり、海外からも大変注目されているところである。この成果は国内での利用につなげるだけでなく、既にＤＭＥ混合燃料を実用化している中国を始め、韓国、インドネシア、タイ、ベトナム等ＤＭＥ普及を目指すアジア諸国に対して、エネルギーの環境分野における国際協力としていくことが望まれる。

○利用技術開発として、①Ｃ１化学（下水汚泥からのメタン発酵等多くの炭素源からのメタノール合成や、ＣＯ２からのメタノール合成等）の研究の充実化、②ＬＰガス用フォークリフトへの混合燃料の実用可能性、③ＤＭＥ混合ガスのダイレクト供給（都市ガス会社でプロパンのダイレクト供給を行っている実例あり）による実用可能性、④ＤＭＥ耐性のある安価なゴムシール材の開発等すべきである。

○ＤＭＥ燃料の市場供給プラントが稼動しており、かつ経済産業省においてＤＭＥ利用機器のインセンティブも発足しており、いよいよDME燃料の活用が軌道に乗り出しているといえる。今回の研究開発成果を活用し、更なる利用を促進していくことが望まれる。

○なお、ＤＭＥは高圧ガスのカテゴリーであることから、ＤＭＥ単体利用やＬＰガスとの混合利用において、その実用機器の規制状況がかなり複雑な状況にある。今後は、民間ではできない規制緩和について、エルピーガス振興センターが公的機関を牽引して進めることが望ましい。

○ＤＭＥの技術開発において日本は製造、流通、利用、保安、規格分野全てにおいて世界の先導的役割を果たしてきており、エネルギー資源開発の世界では稀なケースである。その意味で世界がこの開発を推進している日本を注目をしており、「エネルギーセキュリティー」「環境保全」の現実的な対応策として日本から学ぼうとしている。

その中でも民生、業務用途のＬＰガスを補完するＤＭＥ導入を目指した本研究は現実的な方法として、アジアを中心に注目されている。今後アジア諸国より協力依頼が来ることが予想されるが、その際の窓口、対応方針等を整理願いたい。

○本研究を含め「ＤＭＥ検討会」以来「ＤＭＥ燃料の安全性を確保する技術開発」「ＬＰガス流通インフラ転用実証試験開発」「ＤＭＥ燃料標準スペックの確立研究」によるＤＭＥ普及基盤整備が実施されてきた。一方、新潟ではＤＭＥ普及促進の為のプラントが完成、本年より供給が開始した。「ＤＭＥ検討

会」でも謳われた普及の為の重要なハードルとしてＤＭＥの法規制整備が残っており、その為の実証データも蓄積され、いよいよその課題に着手する時期と判断する。

○本研究の成果を梃子にＬＰガスを純化石エネルギーからの脱却を目指す方策としてバイオＤＭＥの開発の現状把握、事業化調査等を実施しバイオＤＭＥ混合のグリーンＬＰガスの創造の具現化検討はＬＰガス／ＤＭＥ双方の業界にとっても重要なテーマと判断する。

○本研究等を通じてＬＰガス／ＤＭＥ双方に適したゴム系部材の汎用品が未開発である事が判明したがこの部材開発は幅広い分野への応用が期待され、今後の展開に極めて重要である。

○地球環境問題に貢献するため(短期的には京都議定書の第1約束期間の削減目標に寄与するため)には、今回の民生用途に焦点を当てた応用研究は意義のあることだと判断できるが、ＤＭＥという合成燃料の性質から、Ｃ１化学(バイオ等多くの炭素源からのメタノール合成や、二酸化炭素からの合成等)の研究をもっと充実して欲しい。

周知の通りバイオ由来の燃料は、カーボンニュートラルでCO_2の発生はゼロと見なされるし、余剰の深夜電力を有効利用して燃焼排ガス若しくは水素製造(水蒸気改質法等による)時のCO_2を捕集してＤＭＥ化できれば、福田前首相時の閣議決定(平成２０年7月２９日)の『低炭素社会づくり行動計画』にも合致する。(経済的には、ＣＣＳよりも安上がりの可能性もある)　技術的にも経済的にもハードルは高いが、それゆえに国が主体となって早急に検討･研究を開始すべきではないか。

○エンジンに関しては、研究内容に若干不満が残る。家庭用のガスエンジンコージェネ(エコウィル)に適用するなら、今回の研究内容でもほぼ満足といえるが、例えばＬＰガスのフォークリフト等産業車両に使用したときのアクセルの応答性やパワーに違いが出るかも知りたいところである。今後の更なる研究に期待したい。

○官民一体となった普及促進のための体制構築が必要である。ＤＭＥは、今回検討した民生用の燃料にも使えるが、化学原料(特に最近需要が伸びているプロピレン製造)用や、ディーゼル燃料、さらには生ごみの水分除去や低分子有機化合物(油分等)の除去剤としての用途が見出されている等、非常に使い勝手の良い物質である。しかし、なかなか実用段階まで進展しない理由の一つに、国が本格的普及前であり、安全性の確認にも疑問があるとして、法整備が遅々として進まないことが上げられる。ＬＰガスに類似した物性でありながら、危険な水素等の高圧ガスと同じ法律で扱われ、製造･貯蔵･運搬･離隔距離などＬＰガスとは大きな開きがある。折角、世界最高技術レベルの種々の研究成果をだしているのであるから、それとセットにして海外にも技術指導ができる法体系の整備を行うべきではないだろうか。

○今回の検討で、ＬＰガス(プロパン)の補完としてＤＭＥを使うことの実用的な範囲に関する貴重な知見が得られたが、さらに安全性･燃料の安定性などについて研究を重ねた上で、より多数の家庭で使用するノウハウを得るために、新潟のプラントからＤＭＥを運び、都市ガスでプロパンのダイレクト供給を行っている会社(例えば室蘭ガスの一部など)及び住民に協力を仰いで、ＤＭＥ混合ガスのダイレクト供給を実施してその使い心地や実使用上の問題点などを調査するという事も考えられても良いのではないか。

○今回実用化に向けて試験した広範囲な機器の試験データは非常に優れている。各国で事業が立ち上がってきており迅速な公開が必要であるが、今回実施したようなデータ取りは時間とお金がかかっており簡単にまねのできるものではない。日本の資産として有効活用して欲しい。

○今回の家庭用エネルギーとしてのＤＭＥ利用を目標とした事業は大きく評価出来るものである。

ＤＭＥは欧米及びアジア各国において脚光を浴びているが、主体は輸送機関用エネルギーとさ

れている。しかしながら、今後の環境問題面からは家庭用エネルギーにおける炭酸ガス等の温室効果ガスの排出問題が浮上してくることは環境省のデータからも明らかである。

ＤＭＥは再生可能エネルギー源とする場合、カーボンニュートラルのメリットがあり、このことはＬＰガスと一定量の混合を行うことにより、都市ガス等と比較してＬＰガス単体では不利となる炭酸ガス排出係数の低減が可能となり、ＬＰガス事業者にとって大きな福音となる。

従って、環境対策エネルギーとしての位置付けを明確にすることを検討すべきと考える。

○ＤＭＥ混合ＬＰガスや単体ＬＰガス等の多様なＬＰガス供給が行われると同時に、ＬＰガスとＤＭＥの物性の相違に伴う使用上の課題及び高度化する機器類への対応の全てをユーザーに一任することは困難である。

更には、環境対策としてのエネルギー管理や省エネ対策等は「ＨＥＭＳ」等のITを利用したユーザーサービスのあり方を示すためにを早急な研究開発が必要と考えられる。

○今回得られた成果を基にして今後、市場に投入していくために必要な技術的、経済的、法規制的な課題及びそれに対する解決策を整理し、民間だけでは解決できない課題の解決のためには、具体的な要件を整理して国の支援のもと実施する。

○ＤＭＥは天然ガス、石炭など化石燃料に留まらず、バイオマスからの製造も容易であるため、地球温暖化対策の観点からエタノール同様に重要なカーボンニュートラルな燃料となり得る。既にスウェーデンではバイオマス（木材チップ、黒液）を原料としたＤＭＥを製造し、燃料として利用するトラックによるフィールド試験が始まっている。米国においてもバイオマス原料のＤＭＥ製造開発が予算化されている。一方、バイオマスの切り口が少ないＬＰガスにおいても、バイオマス原料のＤＭＥを混合することにより、バイオマス化への道が開ける。

今回の混合利用技術の確立はこの観点からも有意義な取り組みであり、ＬＰガスのバイオマス化の切り口の１つからバイオマス原料ＤＭＥの重要性が高く、今後バイオマス原料ＤＭＥの実用化を目指す。

○本事業で実施した既存設備を利用してＬＰガスにＤＭＥを混合したＤＭＥ混合燃料の限界を明らかにし、その実用性を系統的に検証したことは新規性、先進性が高い。この成果は国内での利用に繋げることは勿論のこと、既にＤＭＥとＬＰガスを混合使用して、安全性問題が起きている中国をはじめ、韓国、インドネシア、タイ、ベトナムなどＤＭＥ普及を目指すアジア諸国に対してエネルギーの環境分野における国際協力としていくことが望まれる。

第4章　評点法による評点結果

第4章　評点法による評点結果

「DME燃料実用化普及促進研究」プロジェクトの事後評価の実施に併せて、以下に基づき、本評価検討会委員による「評点法による評価」を実施した。その結果は「3．評点結果」のとおりである。

1．趣旨

評点法による評価については、産業技術審議会評価部会の下で平成11年度に評価を行った研究開発事業（39プロジェクト）について「試行」を行い、本格的導入の是非について評価部会において検討を行ってきたところである。その結果、第9回評価部会（平成12年5月12日開催）において、評価手法としての評点法について、

(1)数値での提示は評価結果の全体的傾向の把握にある、

(2)個々のプロジェクト毎に評価者は異なっても相対評価はある程度可能である、

との判断がなされ、これを受けて今後のプロジェクト評価において評点法による評価を行っていくことが確認されている。

また、平成17年4月1日に改定された「経済産業省技術評価指針」においても、プロジェクト評価の実施に当たって、評点法の活用による評価の定量化を行うことが規定されている。

上記を受け、課題(事業)の中間･事後評価においては、

(1)評価結果をできる限りわかりやすく提示すること、

(2)事業間の相対評価がある程度可能となるようにすること、

を目的として、評価委員全員による評点法による評価を実施することとする。

本評点法は、各評価委員の概括的な判断に基づき点数による評価を行うもので、評価報告書を取りまとめる際の議論の参考に供するとともに、それ自体評価報告書を補足する資料とする。

2．評価方法

･各項目ごとに4段階（A(優)、B(良)、C(可)、D(不可)<a，b，c，dも同様>）で評価する。

･4段階はそれぞれ、A(a)＝3点、B(b)＝2点、C(c)＝1点、D(d)＝0点に該当します。

･評価シートの記入に際しては、評価シートの《判定基準》に示された基準を参照し、該当と思われる段階に○を付ける。

･大項目（A，B，C，D）及び小項目（a，b，c，d）は、それぞれ別に評点を付ける。

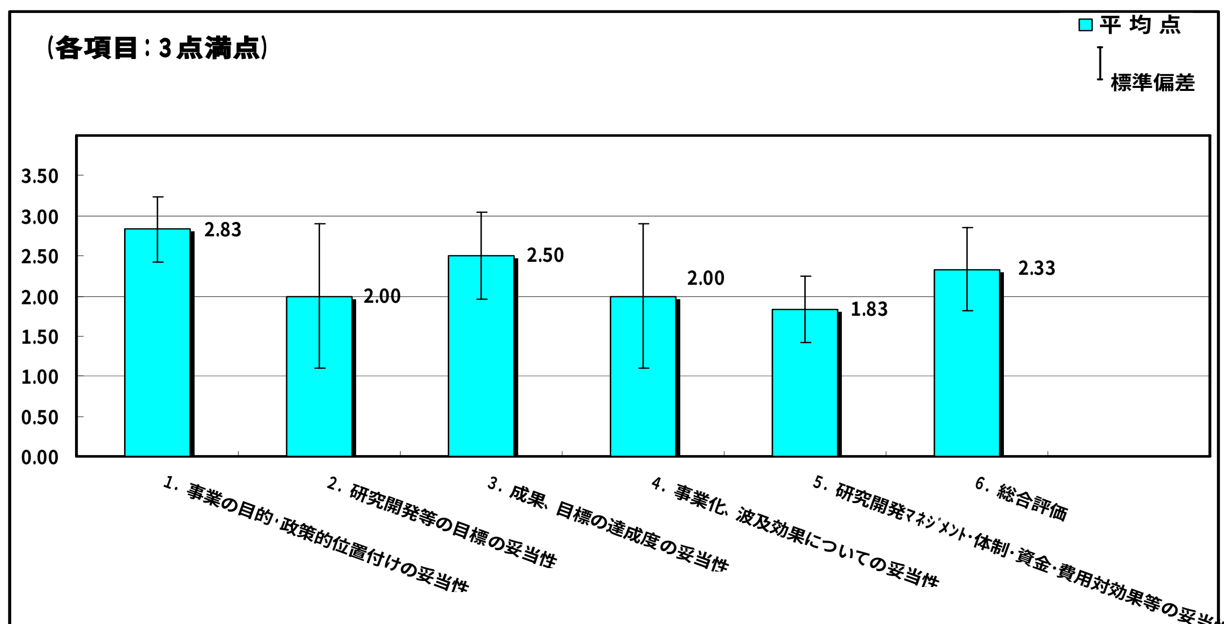
･総合評価は、各項目の評点とは別に、プロジェクト全体に総合点を付ける。

３．評点結果

評点法による評点結果

「ＤＭＥ燃料実用化普及促進研究」

評　価　項　目	平均点	標準偏差
１．目的・政策的位置付けの妥当性	2.83	0.41
２．目標の妥当性	2.00	0.89
３．成果、目標の達成度の妥当性	2.50	0.55
４．事業化、波及効果についての妥当性	2.00	0.89
５．マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	1.83	0.41
６．総合評価	2.33	0.52



「ＤＭＥ燃料実用化普及促進研究」プロジェクト評価（事後）

今後の研究開発の方向等に関する提言に対する対処方針

提　　言	対 処 方 針
○　ＤＭＥの燃料としての生産プラントが既に稼動を始め、経済産業省においてＤＭＥ利用機器のインセンティブも発足し、いよいよＤＭＥの活用が端緒についたといえる。今回の成果を生かし、更なる利用を促進していくことが望まれる。	○　ＤＭＥの利用に関しては、平成２０年度創設のＤＭＥボイラー等燃焼機器導入に対しての補助制度等の活用によって、更なる促進をしてまいりたい。
○　規制緩和については、民間単独では、難しい面があるので、(財)エルピーガス振興センターが公的機関を牽引してすすめることが望ましい。 ○　地球環境問題の面についてこの研究成果を梃子にして、ＬＰガスを純化石燃料からの脱却を目指す方策として、バイオＤＭＥの開発の現状把握、事業化調査等実施し、バイオＤＭＥを混合したグリーンＬＰガスの具現化を検討することが、ＬＰガス業界・ＤＭＥ関係者の双方にとって重要なテーマである。	○　地球環境問題への対応となるバイオＤＭＥを混合したＬＰガスの具現化は、ＬＰガス業界・ＤＭＥ関係者にとって重要なテーマとなっていくことから、(財)エルピーガス振興センターが規制緩和に必要な技術的諸条件の考察と伴に、普及拡大を見据えた取り組みを主体的に実施することが望まれる。
○　本事業で実施した既存設備を利用して、ＬＰガスにＤＭＥを混合したＤＭＥ混合燃料の使用限界を明らかにし、その実用性を系統的に検証したことは、新規性・先進性の高いものであり、海外からも大変注目されているところである。この成果は国内での利用につなげるだけでなく、既にＤＭＥ混合燃料	○　ワールドＬＰＧ（ＬＰＧ関係の国際会議）の理事を務める(財)エルピーガス振興センターが日本の代表機関として、海外に向けＤＭＥの成果普及に尽力すると伴に、国の補助事業として実施しているＬＰガス国際セミナーを活用し、海外への情報提供等を進めてまいりたい。

を実用化している中国を始め、韓国、インドネシア、タイ、ベトナム等ＤＭＥ普及を目指すアジア諸国に対して、エネルギーの環境分野における国際協力としていくことが望まれる。 ○　利用技術開発として、①Ｃ１化学（下水汚泥からのメタン発酵等多くの炭素源からのメタノール合成や、ＣＯ２からのメタノール合成等）の研究の充実化、②ＬＰガス用フォークリフトへの混合燃料の実用可能性、③ＤＭＥ混合ガスのダイレクト供給（都市ガス会社でプロパンのダイレクト供給を行っている実例あり）による実用可能性、④ＤＭＥ耐性のある安価なゴムシール材の開発等すべきである。	○　ご提言の①から④は、いずれも本研究開発の成果をいかに活用できるかと言った用途拡大の観点からのもので、重要な課題ばかりである。今後、ＤＭＥ利用技術開発動向やＬＰガスの安定供給の状況等を見極めつつ必要とされる利用技術開発について検討することとしている。

参考資料
資料１

DME燃料実用化普及促進研究プロジェクトの概要について

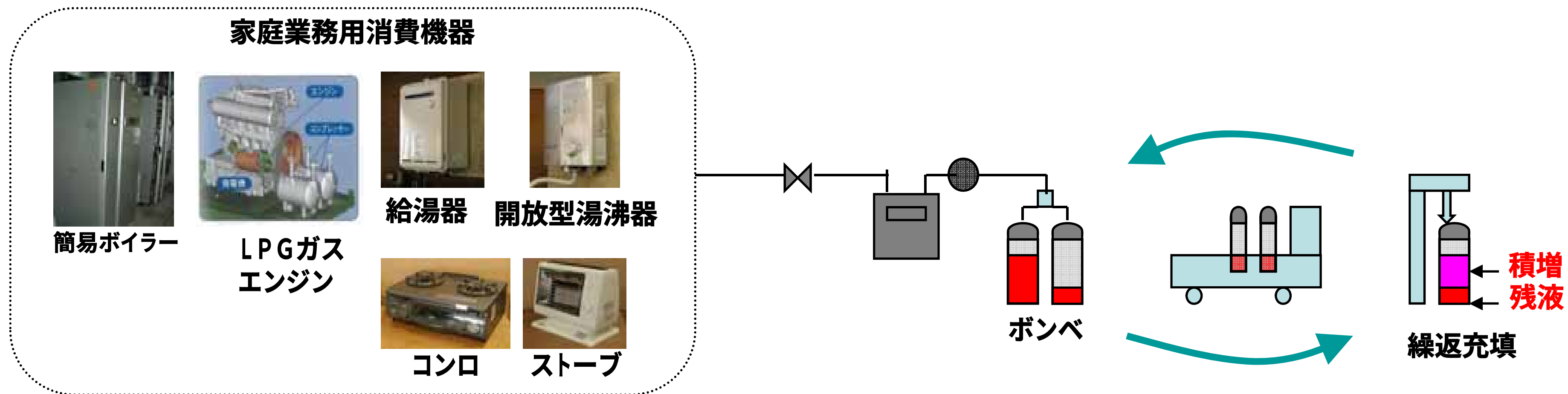
平成２１年1月２１日
資源エネルギー庁石油流通課
財団法人エルピーガス振興センター

目　次

１．事業の概要

概　　要	ＬＰガスの供給設備、家庭業務用の消費設備において、ＬＰガスにＤＭＥを混合する際の繰り返し充てんによる濃度変化と、ＤＭＥ混合状態での消費機器に係る燃焼試験を行ない、ＤＭＥの実用可能性濃度を検証しつつ、部分改造を含む燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適燃焼が維持されるＤＭＥの混合比率を明らかにする。
実施期間	平成１７年度～平成１９年度　（3年間）
予算総額	７．１億円 (平成１７年度：２．４億円　平成１８年度：２．７億円　平成１９年度：2億円)
実 施 者	財団法人エルピーガス振興センター
プロジェクトリーダー	技術開発部長　村本直俊

図1 DME混合燃料の実証検討の概要



消費機器
LPガス仕様
・改造なし
・軽微改造あり

供給設備

DME混合燃料

燃焼性能確認検討
・排ガス性状　・安全性（安全装置）　・燃焼性

機器共通の使用可能混合濃度を判定

耐久性検証

作動性能及び耐久性検証

均一混合性検証

DME混合燃料自然気化ガス組成試験と推算式誘導

DME混合燃料繰返し充填濃度試験と推算式誘導

使用可能なDME混合燃料

ＬＰガス消費機器の対応ケース

	家庭用消費機器	ガスエンジン (火花点火)
機器を改造せず	DMEの特性上、DME混合ガス比率を上げた場合、燃焼速度が速まり空燃比が小さくなることで、エアリッチ燃焼が強まる。 このため良好な燃焼性が維持される、その限界となるDME混合比率を把握する。	DMEはセタン価が高い反面、オクタン価が非常に低いことから、ノッキングをおこし易い。 このため火花点火方式では、DME混合比率を上げると出力の確保が難しくなるため、その限界となるDME混合比率を把握する。
機器を軽微改造 例) ・ガスノズルの交換 ・エアーダンパーの調整	ＤＭＥ混入による総発熱量の低下を送出ガス量の増加により補うとともに、燃焼性に影響するエア量をダンパーにより調整する。	DME混合比率を高めるため、エンジン点火時期、空気過剰率の変更、及びEGRを導入を行う。 さらに、DME比率の変化にも対応可能とするため、A/FセンサーによるF/BとA/Fバルブの開度からDME割合を推定するコントロールプロセス制御を行う。
機器を部分改造 例) ・炎口 (ﾊﾞｰﾅｰ) 交換 ・強制送気量の調整	さらにＤＭＥ混合比率を高めるべく、ＤＭＥ特性である早い燃焼速度を制御するため炎口流路を狭める改造を行う。	

2. 事業の目的･政策的位置付け

目的

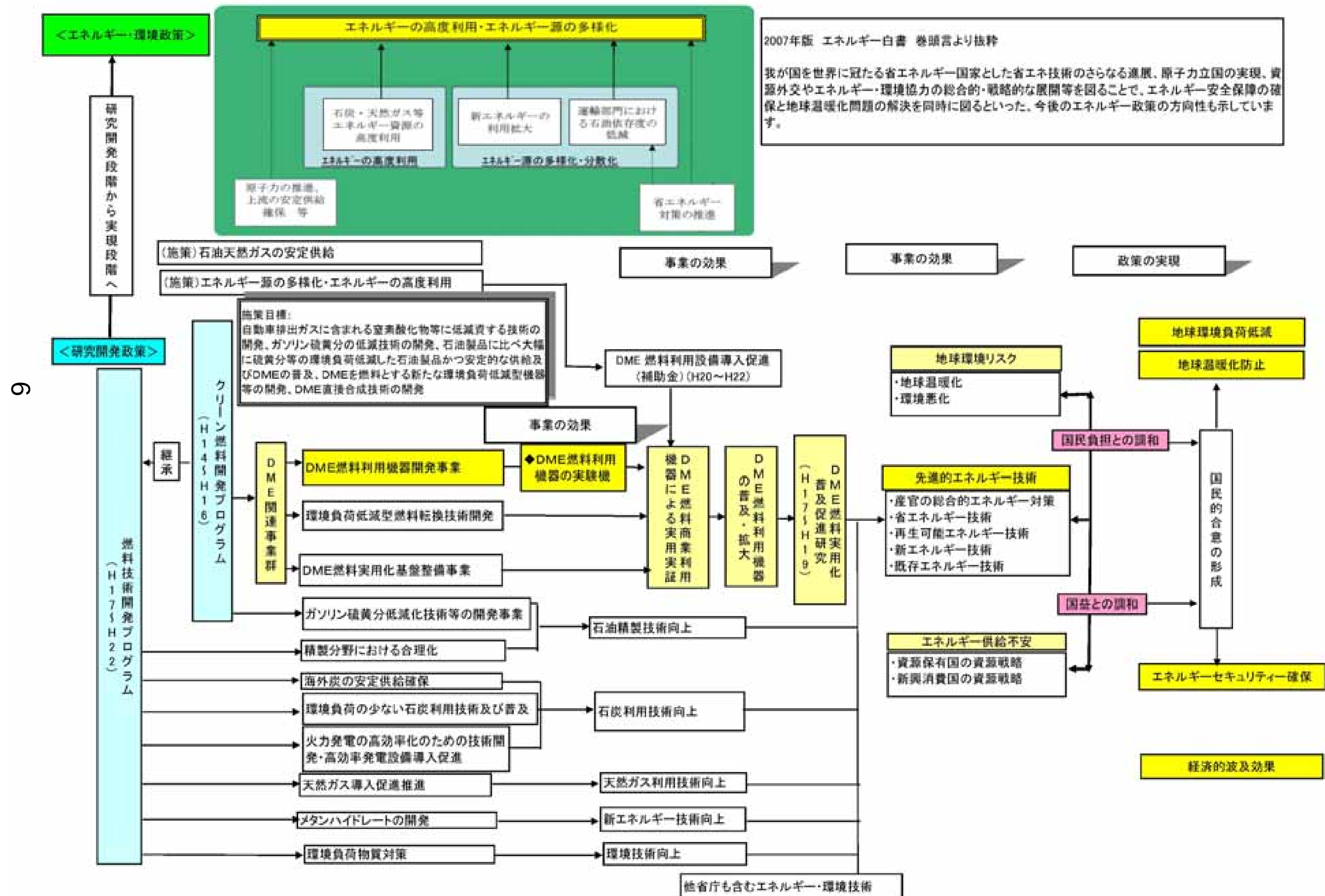
- エネルギー源の多様化を図ること。
- エネルギーの安定供給の確保を図ること。
- LPガスの輸入価格の安定を図ること。

政策的位置付け

クリーン燃料開発プログラム (H14〜H16) のDME燃料利用機器開発事業を継承した燃料技術開発プログラム (H17〜H22) の家庭業務用分野の利用技術開発

- 地球環境負荷低減を図る
- 地球温暖化防止を図る
- エネルギーセキュリティ確保を図る

（事業の目的・政策的位置付け）



３．目標

要素技術	目標・指標	妥当性・設定理由根拠等
異種燃料混合燃焼技術	ＬＰガスの供給設備、家庭業務用の消費設備において、ＬＰガスにＤＭＥを混合する状態での消費機器に係る燃焼試験を行ない、ＤＭＥの実用可能性濃度を検証しつつ、部分改造を含む燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適燃焼が維持されるＤＭＥの混合比率を明らかにする。 ６種類の消費機器を対象として、ＤＭＥの燃焼性に与える影響が大きくかつ人体影響の大きい燃焼排ガスＣＯを主な指標（ＪＩＳ及びメーカ基準）として、 ①消費機器を改造なしで使用する場合　②消費機器に軽微な改造を施した場合　③さらに、消費機器に部分改造を行った場合での3条件での各々の最大ＤＭＥ混合比率を求める。 消費機器への改造を含め、ＤＭＥ混合比率を最大４０wt%まで高めることを目標とする。	ＤＭＥの影響を受けやすく、人体に影響するＣＯを燃焼判定の主な指標とし、その基準値は家庭業務用消費機器はＪＩＳ基準値、その他機器はメーカ基準値とする。 液化石油ガス法において、液化石油ガスはプロパン、ブタン及びプロピレンを主成分としたガス液と定義されていることから、ＬＰＧ消費機器の改造を伴うＤＭＥ混合燃料での最大目標混合比率については、ＤＭＥ混合燃料がＬＰガスを主成分（５０%以上）とする範囲を逸脱せずに既存のＬＰガス設備が使用できる実用範囲として、４０wt%に設定した。

４．成果、目標の達成度

要素技術	目標･指標	成果	達成度
異種燃料混合燃焼技術	ＬＰガスの供給設備、家庭業務用の消費設備において、ＬＰガスにＤＭＥを混合する状態での消費機器に係る燃焼試験を行ない、ＤＭＥの実用可能性濃度を検証しつつ、部分改造を含む燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適燃焼が維持されるＤＭＥの混合比率を明らかにする。 ６種類の消費機器を対象として、ＤＭＥの燃焼性に与える影響が大きくかつ人体影響の大きい燃焼排ガスＣＯを主な指標（ＪＩＳ及びメーカ基準）として、 ①消費機器を改造なしで使用する場合 ②消費機器に軽微な改造を施した場合 ③さらに、消費機器に部分改造を行った場合 での３条件での各々の最大ＤＭＥ混合比率を求める。 消費機器への改造を含め、ＤＭＥ混合比率を最大４０wt%まで高めることを目標とする。	各３条件での最適燃焼が維持される最大ＤＭＥ混合比率を把握するとともに、指標値のＣＯが基準値内であることを確認し、併せて消費機器に部分改造を施すことにより最大ＤＭＥ混合比率４０Wt%を確認して、目標を達成した。 ＤＭＥ混合比率　　計測値 （1）改造なしの場合 小型ボイラー　(ＤＭＥ50wt%)　(ＣＯ:基準値内) ガスエンジン　(DME10wt%)　(ＣＯ:基準値内) 家庭用消費機器　(DME20wt%)　(ＣＯ:基準値内) （2）軽微な改造 ガスエンジン　(ＤＭＥ40wt%)　(ＣＯ:基準値内) 家庭用消費機器　(DME30wt%)　(ＣＯ:基準値内) （3）部分改造 家庭用消費機器　(DME40wt%)　(ＣＯ:基準値内) ※尚、試験ガスは市販ＬＰガスと純度９９．９%ＤＭＥを使用した。	達成

成果、目標の達成度(論文等の指標)

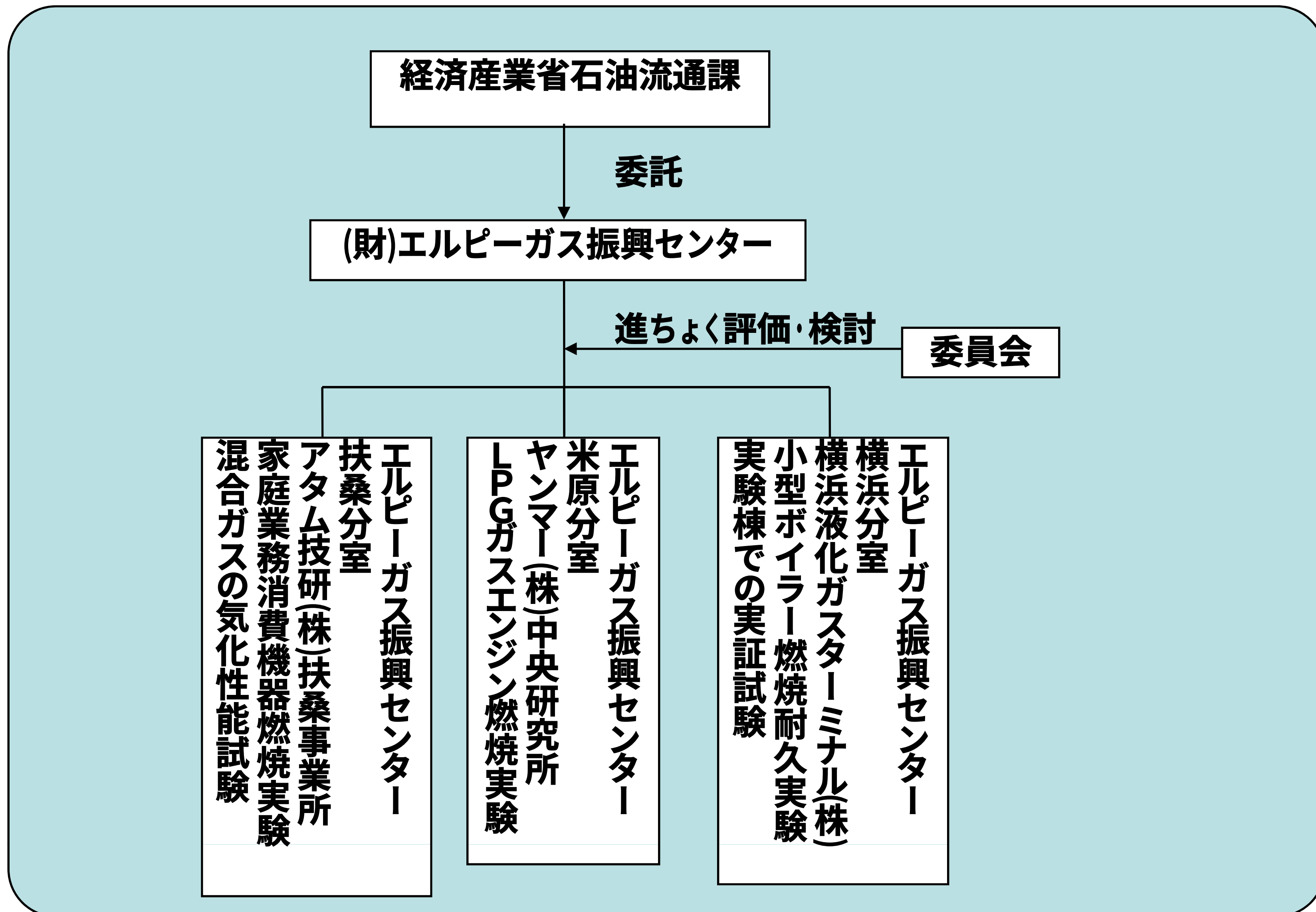
	論文数	学会等講演数
平成17年度	0	0
平成18年度	1	3
平成19年度	0	5
平成20年度	1	6
合計	2	14

５．事業化、波及効果

①平成２０年度に民間会社によるＤＭＥ製造プラントが新潟で立ち上がり、供給面においては、ＤＭＥ製造が本格化する兆しが見えてきたことと相まって、更に、平成２０年度からＤＭＥ燃料利用設備導入促進補助事業により大型ボイラー導入に対する支援が開始されたことによって、工業用については官民合わせての普及促進に向けての協力体制が整ってきたところである。

②これに加えて、本事業によって実証されてきた家庭業務用機器でのＤＭＥ混合燃料の混合燃焼性等の安全性等については、一定の検証結果が得られたことによって、今後燃焼器機を製造するメーカーがコスト検証等を行い、生産の取り組みが進んで行くことになれば波及効果が見込めることとなる。

6．研究開発マネジメント・体制等



参考資料
資料２

ＤＭＥ燃料実用化普及促進研究プロジェクト

評価用資料

平成２１年1月２１日

資源エネルギー庁　石油流通課

財団法人エルピーガス振興センター

目　　次

１．事業の目的、政策的位置付け

１－１　事業目的

ＤＭＥ燃料は、合成燃料であるために、その製造原料は天然ガス、石炭、バイオマス等多岐にわたり、用途も、一般家庭・業務用を含めた民生用、発電用等広く、取扱いはＬＰガス同様に簡便であり、マルチソース／マルチユースの燃料である。我が国は、エネルギーの石油依存・中東依存という脆弱なエネルギー供給構造下にあり、今後も供給途絶による石油危機等という危険性が依然存在する。そのためにはエネルギー供給構造の脆弱性を改善し、エネルギー源の多様化を図ることによって、安定供給を確保する必要がある。これらの政策を促進する上でＤＭＥ燃料の導入は有効である。

また、ＤＭＥ燃料はＬＰガスに比べ、熱量は低いものの、二酸化炭素排出量はほぼ同等であるが、バイオマス等カーボンニュートラル系のものは、二酸化炭素排出量はゼロでカウントされる。さらに、硫黄分、窒素分を含まず、燃焼に際しては粒子状物質（ＰＭ）を発生しないことなどから、環境負荷が少なく環境面で優れているクリーン燃料である。さらに都市ガスと同様な燃焼性等があり、物性がＬＰガスと類似していることからＬＰガスインフラの利用が容易に可能であることなどが特性であるといえる。

一方、我が国のＬＰガスの供給は中東依存度が９０％にも及んでいる。価格面では、サウジアラビアのアラムコ社のＬＰ価格決定方式が、ＣＰ（通告価格）制度であるため、原油・ＬＮＧ等他の燃料と比べて高くなることもあり、エネルギー間競合の中で、競争力上大きな問題となっている。ＤＭＥ燃料はＬＰガスの補完としてＬＰガスの流通インフラ利用が可能であるため、サウジアラビアのアラムコ社のＣＰ価格制度への牽制になり、ＬＰガス輸入価格の安定化に資するものである。

１－２　国の関与の必要性

現在世界的に問題となっている地球温暖化については、化石燃料の燃焼時に発生する二酸化炭素等が主な原因と考えられており、国際的に温暖化防止のための議論が為され、各国においてもその解決に向け様々な取り組みが行われている。化石燃料は、その利便性等から引き続きエネルギー源の中心的な役割を担っていくと予想される中で、環境保全の要請についても応えていくためには、今よりも一層環境負荷を軽減する新燃料の利用方法を確立する必要がある。

ＤＭＥ燃料は一般的に他の液体固体の化石燃料に比べカロリー当たりのＣＯ２排出量が小さく、また硫黄分・窒素分を含まず、燃焼時においては粒子状物質 （ＰＭ）を排出せずＮＯｘの排出も少なく、取り扱いも便利なクリーンな燃料として、民生用、発電用、ディーゼルエンジン用等として幅広く利用が期待されている。ＤＭＥを燃料とする機器は平成１４年度から平成１８年度にＤＭＥ燃料の利用機器技術開発が国の支援により積極的に進められて来た。しかしながら、需要先として期待され、既に技術開発がなされているボイラー等産業用機器は、ＤＭＥ燃料の供給体制が確立されていないために商業的利用には至っていない。

ＤＭＥ燃料を導入・普及させるにはまとまった初期需要を確保することが重要であり、それにはＬＰガスの流通インフラを利用した一般家庭業務用分野でのＬＰガスとの混合した燃料の実用化を進めることが効果的である。ＬＰガスの我が国における一般家庭業務用の消費は年間約８百万トンで全体の４３.３％を占めている。

近年の海外の動きの中で特に注目されるのは中国のＤＭＥ燃料開発利用である。高い経済成長を背景にエネルギー需要が急拡大する中国では、既に一部地域では石炭を原料に合成されたＤＭＥ燃料がＬＰガス補完燃料として市販され、工業用、家庭用、自動車用として、かなりの規模（年産２６０万トン）で利用されている。これに加えて、さらに数件の年産１００万トン規模の大型ＤＭＥ燃料製造プラント建設計画が相次いで打ち出され、ＤＭＥ燃料への期待が強まっている。アジア地域の経済発展に伴いＬＰガスの需要が急増し、ＬＰガス価格が高騰傾向にある中で、東南アジア等に存在する未だ開発に至っていない中小ガス田やＣO2 を多く含む質の悪いガス田の権益を確保し、現地にてＤＭＥ燃料を製造して日本に輸送すれば、ＬＰガスの中東依存度を低下させ、サウジアラビアのＣＰ（通告価格）を牽制することも可能となる。

本事業は、環境性に優れ、取り扱いが簡便なクリーンエネルギーとして期待されるＤＭＥ燃料の普及を図ることにより、環境負荷の低減に資することを目的とする。しかしながら、製造から機器の改造等、さらにＬＰガスにDMEを混合したDME混合燃料を燃焼させる場合での、より安全でより効率的な燃焼をさせるための技術の確立等にも、時間と多額な費用がかかり、供給面での保証がない中ではリスクが極めて高いため、民間単独でその普及促進を図ることは困難である。この意味で、エネルギーの安定供給確保という政策目的の実現にむけて、ＤＭＥ燃料の早期実現化のためには国が主体的に関与することが必要不可欠である。

１－３　政策的位置付け

ＤＭＥ燃料は、バイオマス等からも製造可能なマルチソースのクリーンなエネルギーである。しかしながら、ＤＭＥを燃料とした一般家庭業務用機器は開発されておらず、新たな機器開発には多額な費用がかかり、機器製造コストは既存燃料の機器に比べて割高となることから、市場原理の中では普及が期待できず、民間企業のみではＤＭＥの利用促進に係る研究開発の取り組みが十分に見込まれず、将来における地球温暖化問題や大気汚染の改善が進まない恐れがある。このため、本事業はDME燃料１００％利用の機器開発を行うことよりも、ＬＰガス用燃焼機器を改造せずに使用、または部分改造で使用することを目的として、ＬＰガスにDMEを混合した燃料について、部分改造も含めた最適使用条件を検討し、高く良好な燃焼効率が維持される混合比率を明らかにし、それを検証するものである。これにより、初期の需要拡大並びに供給の拡大が望めることで、価格の低減に繋がり他のエネルギーと競うことが可能となる。

このようにDMＥ燃料の利用促進に資する研究開発等を行うことにより、環境負荷の低減を図り、地球温暖化対策等に資するとともに、エネルギー源の多様化により中東依存からの脱却を図ることで、エネルギー安定供給の確保にも資することとなり、同時にエネルギーセキュリティーの向上に直結するものである。

２．研究開発目標

２－１　研究開発の内容

家庭業務用のＬＰガス設備を使用して、ＬＰガスにＤＭＥを混合した状態での消費・供給に係る燃焼試験を行ない、燃焼機器の最適使用条件について検討し、最適な燃焼が維持されるＤＭＥの混合比率の領域を明らかにするとともに、その実用可能性を検証した。

具体的には、表２１－１に示すとおり、我が国のＬＰガス消費分野の中で主力を占める家庭業務用分野の主たる燃焼方式の代表機器を対象に、仕様の違いから、家庭業務用消費機器、業務用消費機器の小型ボイラー、ガスエンジンの３グループにわけ、それらの最適使用条件およびＤＭＥ混合比率をどこまで高められるかを明らかにし、燃料・供給面で支障がないことを確認した。さらに、軽微な改造等を施すことによりＤＭＥ混合比率をどこまで高められるかの研究開発を行った。検証結果を基に実使用の視点から「ＤＭＥを混合したＬＰガスの利用ガイド」を作成した。

「消費機器の代表機器」

家庭用業務用分野でのＬＰガス利用は、主に、厨房、煖房、給湯、小規模発電用途であり、主にプロパンが家庭業務用のテーブルこんろ、ガス湯沸器、給湯器、ストーブ、業務用では小型ボイラー、マイクロコージェネ（ガスエンジン）等、多種多様な消費機器で使われている。表２１－１「家庭業務用消費機器の種類」に主な燃焼方式で分類した代表的な機器一覧を示す。

表２１－１　家庭業務用消費機器の種類

	燃焼方式	ガス消費機器の種類
家庭業務用消費機器	ブンゼン 大気圧燃焼式バーナ	テーブルこんろ（こんろバーナ）、ガス炊飯器、ガスレンジ、揚げ物器、ゆで麺器
		ガス湯沸器瞬間型（元止式）、ガス風呂釜、ガスオーブン
		ガスファンヒータ
	全一次空気 大気圧燃焼式バーナ	ガスストーブ（セラミックプレート式） テーブルこんろのグリルバーナ（セラミックプレート式）
	ブンゼン 強制燃焼式バーナ	ガス湯沸器瞬間型（先止式） ガス温水給湯暖房機
業務用消費機器	強制押込通風先混合燃焼式バーナ	小型ボイラー
	ガスエンジン	マイクロコージェネ、ガスヒートポンプ

以後　ガス湯沸器瞬間型（元止式）を「開放型湯沸器」、ガス湯沸器瞬間型（先止式）を「給湯器」と呼ぶ。

機器の設計仕様面からみると、供給方式に大きな違いがある家庭用業務用消費機器（テーブルこんろ等）は燃料消費量が少なく、燃料を消費するにつれて容器内の液組成と発生するガスの組成がかわる自然気化方式で、小型ボイラー及びガスエンジンは液組成とガス組成が同じ強制気化方式となっている。

「燃焼性・供給面に影響するＤＭＥ物性」

ＤＭＥは表２１－２「ＤＭＥの物性」に示すようにＬＰガスと物性がよく似ている液化ガスである。常温常圧では気体であるが、加圧あるいは冷却によって簡単に液化することから輸送や取り扱いが容易であり、分散型エネルギーとしての特徴を有し、また、密度等が近い等からＬＰガスとの親和性もあり混合利用が可能なエネルギーと考えられる。

しかし、ＬＰガスの補完燃料として、家庭業務用の消費機器、小型ボイラーに使用するに当たって、燃焼性では、ＬＰガスより燃焼速度が速い、発熱量が低い、空燃比が少ない等の特徴があり、火炎形状の短炎化や火炎の吹き飛び、不完全燃焼による燃焼排ガス中のＣＯ増加等がより起こりやすくなる。またガスエンジン（火花点火式ガスエンジン）に使用するときはオクタン価が非常に低い（セタン価が高い）ためノッキングがおきやすく、出力確保が難しくなると考えられる。

燃料供給面では沸点、熱容量、及び蒸発潜熱等の違いからくる自然気化ガスの供給ガス量不足、自然気化ガス組成変化、繰返充填によるＤＭＥ濃縮、消費機器及び供給機器のシール材に対する膨潤性等の影響が考えられる。液状ＤＭＥに浸るところでは、シール材に対する膨潤性がより大きくなることから、その影響が懸念される。

また DME 混合燃料の容器から強制気化させたガスは液組成比率と同じであるが、自然気化させたガスは、沸点の違いから混合比率は変化し、DME 混合比率は始め小さく、終わりには DME の濃縮により液での混合比率より大きくなる特徴があるから、それによる燃焼性の違い、影響のところも確認しなければならない。

注１）本報告書の中のＤＭＥ混合比率とは、ＤＭＥ液混合比率と表現されていない場合は、気相での混合比率をさす。

注２）ＤＭＥは、マルチソースな燃料であるが、今回の研究では、入手し易い天然ガスを原料にしたものを用いた。

表２１－２　ＤＭＥの物性

		プロパン	ブタン	ＤＭＥ
燃焼性	分子量	44	58	46
	燃焼速度 cm/s	39	37.9	50
	低発熱量 MJ/kg	46.4	48	28.8
	ウォッベ指数 MJ/m^3	81	91	52
	セタン価	5	10	55～60
	オクタン価	112	94	10
	空燃比 kg/kg	15.7	15.5	9
燃料供給特性				
均一混合性	液密度 g/cm^3	0.58	0.6	0.66
供給量	沸点℃	－42	－0.5	－25
	蒸発潜熱 kJ/mol	16.4	20.8	21.51
	モル熱容量(定圧)・液 J/mol/K	84.98	66.69	56.57
腐食浸食性	シール材に対する膨潤性	なし	なし	有り

※ＤＭＥデータ集（高圧ガス保安協会）、ＤＭＥハンドブック（日本ＤＭＥフォーラム）による

ＤＭＥ混合比率を高める改造の内容として、

（１）消費機器については、ベースとなる燃焼技術を基に改造内容の方向性を推量して改造を行なう。どの程度の改造をしたらよいか検討した結果は下記の通り。

①軽微な改造では、総発熱量を LP ガスに合わせ、エアリッチ対策を向上させて、燃焼性を改善する。軽微な改造とは、通常業務の中で、現場で調整できる範囲の仕様変更。

②部分改造では、特に、テーブルコンロと赤外線ストーブは利用可能なＤＭＥ混合比率が小さいため燃焼速度を遅くする対策を向上させて、燃焼性を改善する。

部分改造とは、メーカーの工場で調整する必要のある範囲の仕様変更。

（２）ガスエンジンについては、ノッキングと出力確保に関する検討改造を行なう。

検討内容

①ＬＰガス仕様の機器を改造しないケース。

供給ガスとしてプロパン、ブタンに使え、更にプロパンをベースにＤＭＥを混ぜて使えることを前提に、ＤＭＥをどこまで混合させることができるかＤＭＥ混合比率を検討する。

②ＬＰガス仕様の機器に軽微な改造を施すケース

家庭消費機器はガス種転換程度の改造（総発熱量及びエア量を調整）を前提に、ＤＭＥを

どこまで混合させせることができるかＤＭＥ混合比率を検討する。

ガスエンジンはノッキング対策と出力確保対策を行なうことによりどこまでＤＭＥを混ぜることができるかＤＭＥ混合比率を検討する。

③ＬＰガス仕様の機器に部分改造（本体部分を除く改造）を施すケース

燃焼速度対策を施すことにより、ＤＭＥをどこまでさせせることができるか検討する。

④ＬＰガス仕様の供給機器で供給しても支障はでないか、実使用条件下での耐久性を検証する。

⑤ＤＭＥ混合燃料の混合、供給、消費に支障はないか、均一混合性、経時分離性、燃料供給量、自然気化組成、繰返充填組成を検討する。

⑥任意のＤＭＥ液濃度と使用条件（温度・消費速度・残液量）での自然気化ガス組成及び繰り返し充填組成を予測できる気化理論について検討し、データに基づいた推算式を求める。

⑦「ＤＭＥを混合したＬＰガスの利用ガイド」の作成。

燃焼性を判断するにあたっては、基本的にＪＩＳ、メーカー基準に基づいて判断するが、ＤＭＥは新燃料であり、ＬＰガスの検査項目及び判定基準をそのまま適用して良いか基準適用の可能性・妥当性から判断していく必要がある。従って、認証機関で行われる最低限必要とされる検査項目についての、ワンポイント的な合否判定に加えて、燃焼性から見てきびしい使用条件で過度的な現象が想定されるテーブルこんろ、給湯器についてはエアー量、ガス量をかえてバーナ燃焼条件の全域図に、異常と判断される発生限界線を求め、燃焼特性図から余裕度はあるか否かで判定する検査方法を用いて安全性を高める。

２－２　全体目標の設定

今回の技術開発事業の全体目的は、一般家庭業務用のＬＰガス設備（消費機器・供給機器）を使用して、既存のＬＰガス設備を大幅な改造をせずにＬＰガスにDMEを混合した状態で燃焼試験を行ない、安全かつ有効に利用しうるＤＭＥの最適な使用条件を明らかにし、その実用可能性を燃焼性、安全機能、耐久性（実使用性性能）等の面から検証することである。

本事業では、下記に示す使用条件の下で目途となる実用可能なＤＭＥ混合比率を提示するために、主な燃焼方式の代表的な機器である家庭業務用消費機器、小型ボイラー、ガスエンジン及び供給機器について燃焼性、作動性、安全機能、耐久性及び、燃料供給特性（供給量・供給ガス組成）を検討することによりその実用可能性を確認する。さらに、使用条件により自然気化ガス組成が異なるため、任意の使用条件（外気温・消費速度・残液量）におけるＤＭＥ混合比率を、推算式から算出できるようにすることを目的とした。

使用条件は次のように設定した

①ＤＭＥ混合燃料ガス利用範囲としては、消費機器（改造なし）では、プロパン、をベース

にＤＭＥをある濃度まで混ぜて使えること。

②消費機器のＤＭＥ混合燃料の燃料転換時の調整可否については、既存の仕様の考え方に従い、小型ボイラーは調整（エアーダンパー、供給ガス量）可とし、消費機器は調整しないことを前提とすること。

③使用条件は、自然気化ガス供給ガス組成・供給量に影響する外気温、ＬＰガス消費速度、ボンベ残液量は以下の通りとすること。

外気温　　　：アメリカプロパンガス協会（ＮＰＧＡ）の容器気化量測定における温度条件

消費速度　　：１日の LP ガス消費量(省令補完基準)による。

ボンベ残液量：５０ｋｇボンベで最小５ｋｇとする。

④試験ガスは、市販ＬＰガスと純度９９．９％のＤＭＥを使用する。

目標

（１）ＬＰガス仕様の消費機器（改造なし）で、利用可能な DME 混合ガス比率を明らかにするとともに、家庭用燃焼機器にあっては容器からの自然気化ガス組成を予測する推算式を求め、利用可能なＤＭＥ混合液比率を算出する。

対象消費機器は

小型ボイラー

ガスエンジン

家庭業務用消費機器

（２）ＬＰガス仕様の消費機器で軽微な改造による機器使用条件を検討することにより利用可能なＤＭＥ混合液比率を高めるのを目標とする。

対象消費機器は

ガスエンジン　　　　ＤＭＥ混合液比率４０ｗｔ％

家庭業務用消費機器　ＤＭＥ混合液比率３０ｗｔ％

（３）ＬＰガス仕様の消費機器で部分改造による機器仕様条件を検討することにより、利用可能なＤＭＥ混合液比率を高めるのが目標である。

対象消費機器は

家庭業務用消費機器　ＤＭＥ混合液比率４０ｗｔ％

２－３　個別テーマの設定

家庭業務用分野のＬＰガス消費機器を大幅な改造をせずに、安全かつ有効に利用しうるＤＭＥの最適な使用条件を明らかにする。

具体的には、以下のテーマ毎に、それぞれ個別目標を設定した。

２－３－１　家庭業務用消費機器

家庭業務用消費機器については、機器の用途によってバーナ燃焼部の形態が大きく異なり、搭載されている安全装置の種類・作動条件も異なっている。

そこで、評価に当たっては、基本的な評価項目として、ＪＩＳに規定されている性能基準について実施することとしたが、機器によって異なる各種安全装置の作動性能については、作動の余裕度を確認するためセンサの出力変化の状況を見ながら評価判定すると共に、使用条件の厳しい消費機器については、特に燃焼限界特性を確認した上で評価判定を行う。

（１）供試機器

主な燃焼方式の代表的な市販機器６機種（テーブルこんろ（外炎式）、テーブルこんろ（内炎式）、ガスストーブ、ガス湯沸器瞬間型、給湯器）とし、家庭で日常的に使われている設備能力の機器を供試機器（詳細は添付別表２３１－１参照）として選定した。

表２３１－１　消費機器の主な燃焼方式の代表機器

燃焼方式	バーナに占める割合	ガス消費機器の種類
ブンゼン 大気圧燃焼式バーナ	８０％弱	テーブルこんろ２種類（こんろバーナ）、ガス炊飯器、ガスレンジ、揚げ物器、ゆで麺器、ガス湯沸器瞬間型（元止式）、ガス風呂釜、ガスオーブン、ガスファンヒータ
全一次空気 大気圧燃焼式バーナ	１１％強	ガスストーブ（セラミックプレート式） テーブルこんろのグリルバーナ（セラミックプレート式）
ブンゼン 強制燃焼式バーナ	９％強	ガス湯沸器瞬間型（先止式） ガス温水給湯暖房機

（２）試験方法及び判定

燃焼性の試験方法及び判定は、基本的にＪＩＳ及びメーカー基準等による。

添付別表２３１－２「家庭業務用消費機器の燃焼性試験項目・判定基準一覧」参照のこと。

ガスの絞り比が大きく使用条件のきびしいテーブルこんろではエアー量とガス量を変化させてバーナ燃焼条件の全域図に異常と判断される発生限界線を求め特性要因図から余裕度を判定する検査法、また燃焼空気供給ファンの回転数特性に大きく左右される給湯器では燃焼ファン回転数をかえて燃焼特性（特に排ガス中のＣＯ立ち上がり）を求め余裕度判定をする検査方法等を取りいれる。

１）ＬＰガス機器仕様をかえないで使用可能なＤＭＥ混合比率の検討

比率の異なるＤＭＥ混合ガスで燃焼性・安全機能を検討し、使用可能なＤＭＥ混合比率領域を明らかにし、その領域での耐久性（実使用条件下での燃焼性評価）を確認する。

ＤＭＥ混合比率をあげても、ＤＭＥ混合ガス量（ガス量、供給空気量）がかわらないため炎口噴出速度はかわらないが、ＤＭＥ混合ガスの燃焼速度（物性ＤＭＥ分）は速くなり、かつ空燃比が小さくなる分エアリッチになる。どこまでＤＭＥ混合比率をあげられるか検討するのが目標である。

指標

（１）燃焼性検証　　　ＣＯ規定値以下

（２）耐久性検証　　　８００時間（７ヶ月）

２）軽微な改造によるＤＭＥの最適混合使用領域の検討

①使用可能なＤＭＥ混合比率を高めるため、ガス種転換作業（ＬＰガスと等発熱量合せのガス量増及びエアダンパ新設等の供給空気量調整）についての軽微な改造仕様で、燃焼性・安全機能を検討し、使用可能なＤＭＥ混合比率を３０ｗｔ％とし、耐久性で検証するのが目的である。

具体的には、ＤＭＥは LP ガスより発熱量が低いので、総発熱量（ＤＭＥ混合液ベース）をＬＰガスにあわせ（ガス量増)、それに対応したエアー量（減）にあわせる。DME 混合比率が高くなると自然気化ガスのＤＭＥ混合ガス比率の変動幅は大きくなり、良好な燃焼性が得られるエア量を試行錯誤して求めていくものである

給湯器のエアー量調整はエアファン回転数制御基板取替となるので、部分改造で行なう。

指標

（１）燃焼性検証　ＣＯ規定値以下

（２）耐久性検証　８００時間（７ヶ月）

３）部分改造でのＤＭＥ限界混合比率の検討

①ＤＭＥ濃度を高めるため、本体以外の部品改造範囲（逆火対策、エアファン回転数制御変更等）の改造検討を行うことにより使用可能なＤＭＥ混合比率４０ｗｔ％とし、耐久性で検証するのを目的とする。

具体的には、ＤＭＥ混合比率が小さいテーブルこんろ、赤外線ストーブについて、燃焼速度に帰因する炎口総面積（炎口噴出速度)、炎口流路形状（戻り火炎冷却）等の改造を検討する。

指標

（１）燃焼性検証

・ＣＯ規定値以下

・赤外線ストーブについてはＪＩＳに規定する輻射率以上とする。

２－３－２業務用消費機器（小型ボイラー）

ボイラーバーナは比較的シンプルな構造であるため、容易に燃料転換ができる機器で、強制気化方式により組成一定のＬＰガスを燃料とする。ボイラーは、プロパンからブタンに燃料転換するとき、エアダンパ及び供給ガス量の調整を技術員が行なう仕様機器であり、ＤＭＥをどこまで混合出来るか、改造なしで調整のみで対応するケースについて検討を行なう。

（1）目標

１）ボイラー改造なし、調整あり（エアーダンパー及びガス消費量合わせ）で使用可能な最大ＤＭＥ混合比率を明らかにするのを目標とする。

指標

・燃焼性検証

ＣＯ　　　　　１００ppm 以下

NOx　　　　　１００ppm 以下

ボイラー効率　　９０% 以上

・耐久性試験

３００時間　ON-ＯＦＦ試験１０、０００回

表２３２－１　ボイラーの供試機器仕様

要目	内容
バーナ形式	強制押込通風先混合燃焼
種類	多管式貫流ボイラー
蒸気発熱量	３５０kg/h
熱出力	１８８，７００kcal/h
発生熱量	２０９，６００kcal/kg

＊本試験機器は労働安全衛生法に基づくボイラー及び圧力容器では簡易ボイラーに該当する。

（2）試験方法及び判定

燃焼性試験方法及び判定基準は、メーカー基準による。

添付別表２３２－１　ボイラーの試験項目及び判定基準　参照のこと

２－３－３業務用消費機器（ガスエンジン）

ガスヒートポンプ（ＧＨＰ）やマイクロコージェネで使われているＬＰＧガスエンジンは火花点火式エンジンが主流である。ＬＰガス燃料は強制気化方式により組成一定のガスが供給されている。ＤＭＥはセタン価が高く、ディーゼル燃料として注目されているがその反面オクタン価が非常に低いため、ノッキングをおこしやすく、火花点火方式では、出力確保が困難であることが予想される。まずＬＰＧ仕様ガスエンジンに一切手を加えない状態で、どの

程度までＤＭＥを混合できるかについて検討する。次にノッキング限界を向上させて出力を確保するもしくは、よりＤＭＥ混合比率を上げるためには、どのような改造が必要であるかについて検討を行ない、最終的には、ＤＭＥ混合比率が変化した場合にも対応可能な低公害エンジンの実現を目指す。

（１）目標

１）ＬＰガス仕様で使用可能なＤＭＥ混合比率の検討

エンジン出力確保の検証により使用可能なＤＭＥ混合比率を実証する。

２）ＤＭＥの最適混合使用領域実現のための軽微な改造検討

①軽微な改造（ノッキング対策として負荷により点火時期と空気過剰率の設定変更及びＥＧＲの導入によりＤＭＥ液比率４０ｗｔ％で使用可能とする。

②軽微な改造（空燃比センサによるフィードバックと空燃比制御バルブの開度からＤＭＥ割合を推定するコントロールシステムを導入）により、ＤＭＥの比率が変化した場合にも対応可能とする。

ＤＭＥ混合比率（0⇔３０ｗｔ％）

③排ガス特性

　ＬＰガスエンジンに比べて、NOｘは主に空気過剰率に依存するため、DME 割合が変化しても空気過剰率が一定に維持されれば変化しないと考えられる。CO も空気過剰率によって主に支配されるので、DME 割合が変化しても一定に維持されれば変化しないと考えられる。しかし、DME 割合が変化すると理論空気量が変化するため、A/F が一定のままだとリーン側にシフトするため NOｘは低減するが CO が増大する。また、LPG の場合ホルムアルデヒド濃度は低いが、DME が部分酸化するとホルムアルデヒドが発生しやすいと考えられる。ホルムアルデヒドはライナー壁面の温度境界層で発生すると考えられる。従って、燃焼状態の改善ではホルムアルデヒドの低減は困難である。酸化触媒を搭載しない場合、CO およびホルムアルデヒドは浄化されないが、酸化触媒を搭載することで CO およびホルムアルデヒドの低減が可能と考えられる。

NOｘ　６００ppm 以下（大気汚染防止法）

CO　酸化触媒あり２，８００ppm 以下（大気汚染防止法）

ホルムアルデヒド　酸化触媒あり５ppm 以下(建物境界線)（大気汚染防止法）

④耐久性の検証

　LPG マイクロコージェネは 3 万時間の耐久性がある。通常トラブルは初期に集中して発生する初期トラブルと数千時間経てから発生する経時トラブルに分類される。本研究では初期トラブルを洗い出すことで、信頼性を確保し実用化が可能か評価する。そこで 1000 時間程度の運転を行い信頼性評価を行う。

耐久性時間１０００時間

３）筒内シミュレーション解析によるＤＭＥ混合燃料の燃焼過程の解析によるノッキング現

象の解明

化学動力学に基づく３次元燃焼シミュレーションを行い、実験結果と比較することによって、燃焼過程及びノッキング現象を計算により再現できることを示し、ノッキングのメカニズムを明らかにする。

更に、ＬＰＧ＋ＤＭＥ燃焼モデルで、３次元燃焼シミュレーションによりノッキングが発生し難いピストンキャビティ形状（ピストンの窪み）の探索を行なう。

表２３３－1　パッケージの諸元

名称	CP10VB			
定格出力		ｋW	9.9	
出力	周波数	Hz	50	60
	相数		単層 3 相	
	電流	A	100/200（自立時 200 のみ）	
	力率	%	97%以上	
エンジン	総排気量	L	1.642	
	回転数	min^{-1}	1700	
	燃料ガス消費量	ｋW	31.5	
効率	総合効率	%	85	
	発電効率	%	31.5	

表２３３－２　ガスエンジン軽微な改造内容

	改造部位	改造範囲・内容
ＤＭＥ比率一定	制御マップ変更 ＥＧＲバルブ追加	負荷により点火時期と空気過剰率の設定を変更する DME 割合と負荷によりバルブ開度を変更する。
ＤＭＥ比率変化	コントロールシステム	ノッキング現象は空気過剰率によって変化するため、排ガス中の余剰酸素から、制御マップを通じて適正Ａ／Ｆバルブを調整する機能を持たせる

２－３－４供給設備

実使用条件下の消費機器耐久性試験に併せて、日常的に使われている供給設備の実使用条件下での耐久性（作動性・耐久性）を検証する。試験方法及び判定基準は、メーカー基準とする。添付別表２３４－１参照のこと。

指標　耐久性時間：８００時間（７ヶ月以上）

表２３４－１　供給設備供試機器一覧

機器	仕様
S 型メーター	SY25MTI-YL
自動切替調整器	AS8Z-NT-2H
二段一次調整器	RM30A
二段二次調整器	RL30-ⅡB
液自動切替装置	BAC-LTN
高圧ホース	RHS-1000H
LP ガスコード	KL-5000SL
ヒューズガス栓	YOF-100FG、FV022D、GO15Z-12P、GO15AZ-12P
検査口付き可とうガス栓	FV651B
Hi-N ゴム管 （オレンジホース）	内径φ9．4 材質:外面層：EDPM 中間層：NBR 内面層：ﾋﾄﾞﾘﾝｸﾞｺﾞﾑ

２－３－５DME混合燃料

DME混合燃料（プロパンをベースにDMEを混合）を使用にあたっては、均一に混合するか、経時分離はしないか、自然気化ガス中のDME比率の変化、及び繰返し充填によるDME比率の濃縮、変化を検討し、更にデータと理論に基づいた推算式を求める。

目標

①均一混合性・経時分離性の検証

50kg ボンベに DME、プロパンの順に充填すれば均一に混合するか否か検証する。

さらに、充填後一旦混合すれば経時分離３ヶ月（２１６０時間）しないか検証する。

②自然気化ガス組成の測定とそれに基づく推算式の導出及び、繰返し充填後の自然気化ガス組成の測定とそれに基づく推算式の導出

ＬＰガスとDMEの混合燃料を消費したときの組成変化は、繰返し充填によるDME液比率の濃縮と自然気化でのDMEガス比率の変化の２つの要素からなる。

DME･プロパンの２成分系自然気化組成理論式を基に、自然気化組成のデータ補正を行なうことにより、実測値に近似する推算式を求める。

③自然気化ガス供給量の検証

DMEは表２３５－１に示すようにプロパンより蒸発潜熱が大きく熱容量も小さいため同じガス量を発生させると液温度の下がりが大きく、沸点も高いことから、ボンベからの供給状態を測定する。

自然気化ガス供給量は外気温度、ガス消費量により決まるので、５０ｋｇボンベから

外気温度１０℃、－１℃、－１２℃、ガス消費量 1.5kg/日（ＬＰガス世帯の平均的消費量)、3.5kg/日（ＬＰガス世帯の最大級消費量）の条件で燃料が充分供給されるか DME 20wt%及び、DME40wt%で検討する。

但し、外気温度条件は、アメリカプロパンガス協会（ＮＰＧＡ）の容器気化量測定における温度条件、ガス消費量の運転パターンは省令補完基準による。

表２３５－１　ＤＭＥの熱物性

	ＤＭＥ	プロパン	ブタン
沸点(℃)	－25	－42	－0.5
蒸発潜熱 kJ/mol	21.51	16.4	20.8
モル熱容量(定圧)・液 J/mol/K	56.57	84.98	66.69

３．成果、目標の達成度

３－１　全体の成果

今回の研究開発事業の大きな目的である実用可能性を検証した。

ＬＰガス仕様の主な燃焼方式の代表的な家庭用業務用消費機器・供給機器について燃焼性,安全機能性及び耐久性を実証し利用可能なＤＭＥ混合比率を求めた。またＤＭＥ混合燃料の自然気化ガス組成の変化、及び繰返し充填によるＤＭＥ混合比率の濃縮変化を検討し、その変化の推算式を求めた。その推算式を用いることにより、ＬＰガス仕様の家庭業務用消費機器の利用可能な DME 液混合比率（推算値）を求めた。

（１）ＬＰガス仕様の消費機器で改造なしで利用可能な DME 液混合比率を求めた。

利用可能なＤＭＥ混合比率は下記の通り。

家庭業務用消費機器は２０ｗｔ％を得た。

（この時の容器への初期ＤＭＥ液混合比率は推算式から１５ｗｔ％未満と算出された）。

小型ボイラーは　機器調整にて５０ｗｔ％を得た。

ガスエンジンは　１０ｗｔ％を得た。

（２）ＬＰガス仕様の消費機器で軽微な改造を施すことにより目標の DME 液混合比率まで利用可能となった。

家庭業務用消費機器は　ＤＭＥ３０ｗｔ％を得た。

ガスエンジンは　　　　ＤＭＥ４０ｗｔ％を得た。

（３）ＬＰガス仕様の消費機器で部分改造を施すことにより目標のＤＭＥ液混合比率まで利用可能となった。

家庭業務用消費機器は　４０ｗｔ％を得た。

以上のように全体目標はほぼ達成し、所期の成果を納めた。

これらの具体的内容を以下に説明する。

３－１－１　家庭用消費機器

（１）家庭用消費機器（改造なし）

①燃焼性試験

ＬＰガス仕様のままで、どこまでＤＭＥを混合可能かの燃焼性及び安全機能に関する試験を行った。

この結果、表３１１－１に示すように、ＤＭＥの混合比率が増加するとテーブルこんろでは逆火・消火等の燃焼性及び給湯器では立ち消え安全装置のフレーム電流が下がる等安全機能に支障をきたして、家庭用消費機器（無改造）ではＤＭＥ混合ガス比率の限界は２０ｗｔ％であることが明らかとなった。実データは、添付別表３１１－１参照の

こと。

約８００時間での耐久性試験を行なったが異常は認められなかった。添付別表３１１－２参照のこと

表３１１－１　消費機器の各ＤＭＥ混合比率での燃焼性・安全性の検証結果まとめ

	ＤＭＥ混合比率		備考
	20wt%	30wt%	
テーブルコンロ(外炎) ＣＯ(ppm)　1400 ガス切替え時の特性	 ○70 ○	 ○50 ×消火	ＤＭＥ混合割合が増加すると、ガスの最小ガス量への絞り操作時に逆火・消火する場合がある。
テーブルコンロ(内炎) ＣＯ２(ppm)　1400 ガス切替え時の特性	 ○28 ○	 ○39 ×	ＤＭＥ混合割合が増加すると、ガスの最小ガス量への絞り操作時に逆火・消火する場合がある。
開放型湯沸器 ＣＯ２(ppm)　1400	 ○5	 ○5	特に支障なく燃焼
赤外線式ストーブ 火移り性能(秒)4 以内 ＣＯ２(ppm)　700 放射効率(%)　15 ｾﾗﾐｯｸﾌﾟﾚｰﾄの赤熱温度(℃)　900~780	 ○3.64 ○164 ○27.1 ○809	 ×4.84 ○190 ×25 ×774	DME25wt%で火移り性能に不適合 DME30wt%でセラミックプレート温度良好使用温域から外れる。
ガスファンヒータ ＣＯ２(ppm)　700	 ○52	 ○55	特に支障なく燃焼
給湯器 ＣＯ２(ppm)　2800 立消え安全装置	 ○　180 ○	 ×280 ×	ＤＭＥの混合割合が 25～30wt%で、燃焼ファンの設定回転数近傍に、ＣＯの急激な増加域が近接。フレーム電流も著しき低下傾向あり。

１）燃焼特性図よる判定

①テーブルこんろ

テーブルこんろはガスの絞り比が大きく使用条件も比較的きびしいため、燃焼の余裕幅が必要となる。その余裕幅を評価するために、縦軸にバーナの一次空気口のダンパー開度、横軸にガス消費量をとった。バーナの燃焼条件の全域図に、異常と判断される現象の発生限界線を書き込み（燃焼特性図)、この発生限界線図とバーナのダンパー設定開度を比較し、混合燃焼可能性の可能性を判定した。

結果図３１１－１に示すように、設定エアーダンパー開度 7/10 に対し、燃焼良好範囲の余裕幅を充分とれ良好な結果を得た。

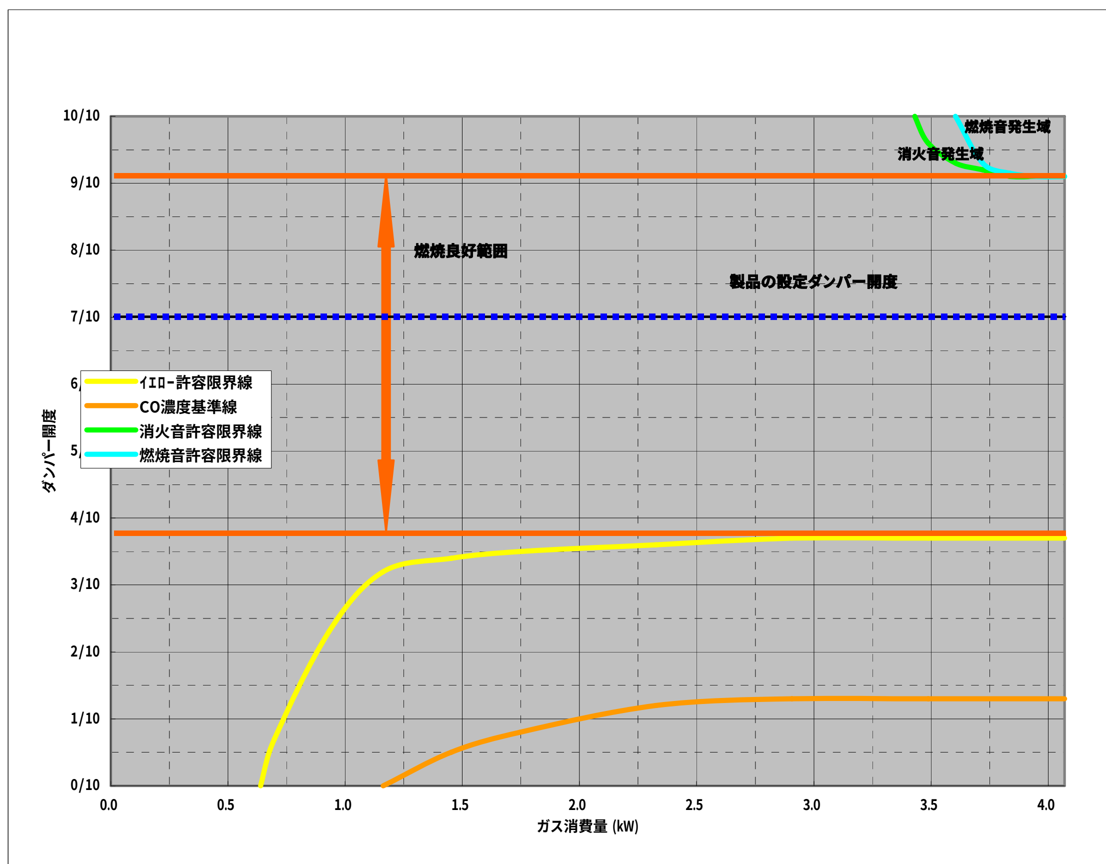


図３１１－１　テーブルこんろＤＭＥ２０ｗｔ％の　燃焼特性図

②給湯器

給湯器のような強制燃焼方式バーナの燃焼特性を評価するには、燃焼空気供給ファンの回転数を操作して、供給空気量を変化させながら燃焼排ガスの分析（ＣＯ，ＣＯ２、ＮＯx 濃度）とバーナの目視検査を行う。図３１１－２に示すようにＵ字型の谷底（ＣＯ発生が少ない）部分が燃焼良好領域。Ｕ字型曲線の右側のＣＯ濃度が立ち上がっている部分は燃焼空気が過剰で炎がリフト始めている領域であり、混合ガスの組成が変化したとき、このＵ字型曲線は、燃焼ファンの設定された回転数に対してどのように変化するか、設定回転数にＵ字型曲線にＣＯ濃度立ち上がり領域がどの程度まで近づいているかが評価のポイントとなる。

結果、図３１１－２に示すように、ＤＭＥ混合ガス比率が高くなるとＵ字形曲線の右肩上がり部が左（低ファン回転数側）に移動し機器の設定燃焼ファン回転数は４６５０rpm に近づくが、ＤＭＥ２０ｗｔ％ガスであれば若干余裕を残しており、実用上支障はないとの結果となった。

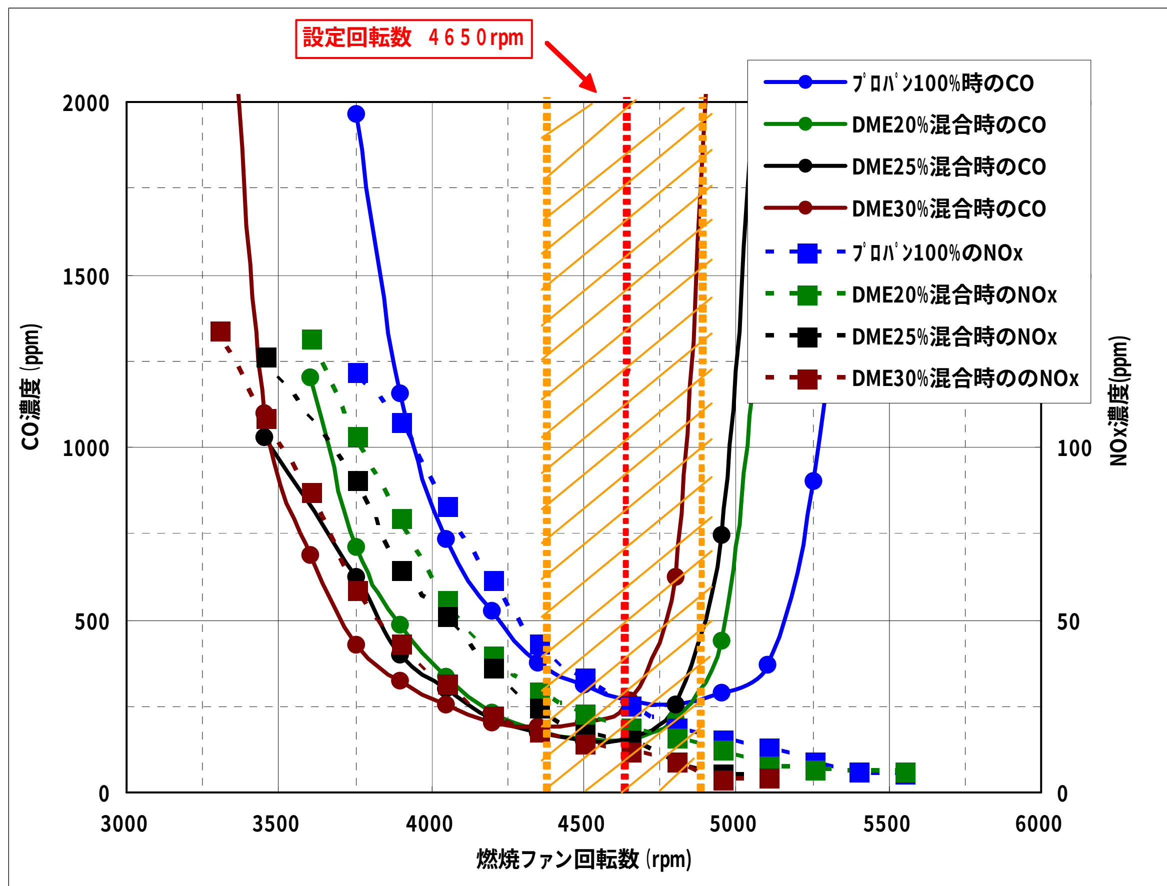


図３１１－２　ＤＭＥ混合ガス２０ｗｔ％での給湯器燃焼特性図

（２）家庭用消費機器（軽微な改造）

ＬＰガス仕様の消費機器に軽微な改造（熱量合わせのガスノズル径、エア量合わせのエアダンパー新設調整等）を行なうことにより、表３１１－２に示す様にＤＭＥ混合ガス比率３０ｗｔ％まで利用可能となった。実データは添付別表３１１－３参照のこと。また、軽微な改造箇所は添付別表３１１－４参照のこと。

約８００時間の耐久性試験で、検証もできた。（添付別表３１１－５参照）

表３１１－２　軽微改造を施した消費機器の各ＤＭＥ混合比率での燃焼性・安全性の検証結果

	ＤＭＥ混合比率			備考
	30wt%	40wt%	50wt%	
テーブルコンロ(外炎) 燃焼特性 ＣO(ppm) 1400 ガス切替え時の特性	 ○ ○60 ○	 × ○70 ○	 × ○80 ×消火	ＤＭＥ混合割合が増加すると、消火音・燃焼音及びイエローチップの発生域が拡大し燃焼良好域が狭くなる
開放型湯沸器 ＣO(ppm) 1400 不完全燃焼防止装置	 ○23.5 ○	 ○35.7 ×	 ○29.3 ×	ＤＭＥ混合割合が増加すると､不完全燃焼防止装置の作動点がＣＯの急増する領域に接近し余裕がなくなる
赤外線式ストーブ ＣO(ppm) 700 不完全燃焼防止装置(%)18.4 放射効率(%)　15	 ○228 ○18.3 ○26.2	 ○193 ○18.5 ○26.4	 ○229 ×19.1 ○25.9	ＤＭＥ混合濃度５０ｗｔ％において不完全燃焼防止装置の「早切れ」クレーム発生を示唆する結果となった。
給湯器 燃焼特性 ＣO(ppm) 2800 立消え安全装置(μA) 10	 ○ ○230 ○10	 ○ ○220 ○14	 × ×600 ×10↓	ＤＭＥ混合割合５０ｗｔ％で､燃焼特性のファン設定回転数近傍に､ＣＯの急激な増加域が近接､また立ち消え安全装置のフレーム電流も著しき低下傾向あり。

（３）家庭用消費機器（部分改造）

ＬＰガス仕様に本体以外で部分改造（燃焼品質改善等）を行うことにより、表３１１－３に示すようにＤＭＥ混合比率４０ｗｔ％で利用可能となった。実データは添付別表３１１－６参照のこと、部分改造箇所は添付別表３１１－７参照のこと。

表３１１－３部分改造をした消費機器の各ＤＭＥ混合比率での燃焼性・安全性の検証結果

	ＤＭＥ混合比率		備考
	40wt%	50wt%	
テーブルコンロ(外炎) ＣO(ppm) 1400	 〇 50	 〇60	バーナ炎口の逆火耐力向上策を講じた結果、ＤＭＥ混合濃度４０ｗｔ％の燃焼特性図上に良好域を確保できた。
開放型湯沸器 ＣO(ppm) 1400 不完全燃焼防止装置	 〇31.6 〇	 〇33 ×	メインダンパー開度と不完全燃焼防止装置のセンサー設定の見直しにより、不完全燃焼防止装置の作動性能が良好となり、ＤＭＥ混合濃度４０ｗｔ％においても燃焼仕様の設定が可能となった。
赤外線式ストーブ ＣO(ppm) 700 放射効率(%)15 以上	 〇270 〇	 〇246 〇25.3	耐逆火性に優れた炎口仕様のセラミックプレートの採用により、ＤＭＥ混合濃度５０ｗｔ％で充分な赤熱度が得られる燃焼部仕様の設定が可能となった。
給湯器 燃焼特性 ＣＯ２(ppm) 2800 立消え安全装置	 〇 〇250 〇	 × ×500 ×	燃焼特性上の良好域を確保できず、５０ｗｔ％の仕様を設定することは不可能であった。

３－１－２業務用消費機器（小型ボイラー）

無改造、調整（エアーダンパー及びガス消費量）でＤＭＥどこまで混合できるか検討した。$O_2$４.５％にエアーダンパーで調整、かつガス消費量（熱量合わせ）調整して、ＤＭＥ混合ガス比率１０ｗｔ％、２０ｗｔ％、３０ｗｔ％、４０ｗｔ％、５０ｗｔ％で燃焼性の実証を行った。この結果、表３１２－１に示すように異常燃焼はなく、利用可能なＤＭＥ混合ガス比率５０ｗｔ％で耐久性試験（実使用条件下での燃焼性評価）　３１０時間　ON-ＯＦＦ試験１１、３００回行い、異常がみとめられないことを確認した。尚改造なし、無調整の条件でＤＭＥ５０ｗｔ％まで利用可能であることが判った。

表３１２－１　供試機器の燃焼性検証結果

	検査法	判定基準値	ＤＭＥ混合ガス比率
	メーカー試験	メーカー基準値	50wt%

	方法による		
(1) 熱量一定 排ガス$O_2$4.5%調整 排ガス CO 濃度 排ガス NOx 濃度 ボイラー効率		 100ppm 以下 100ppm 以下 90%　以上	 ○26.4 ○41.1 ○90.7

３－１－３ガスエンジン

（１）ＬＰガス仕様で使用可能なＤＭＥ混合比率の検証

エンジン出力確保の検証により使用可能なＤＭＥ混合比率は１０ｗｔ％を得た。

図３１３－１にＤＭＥ混合割合における空気過剰率に対するノッキング限界の変化を示す。ＤＭＥ混合割合が増えるにつれて、ノッキング限界が低下している。３次元触媒仕様の運転空気過剰率である１．０では、３０ｗｔ％混合の場合に定格出力を得る前にノッキングが起こっていることがわかる。商品化エンジンには、定格出力の１２０％(BMEP=0.6MPa）程度の余裕度を持たせており、これを考慮すると１０％程度のＤＭＥ混合が上限と判断される。

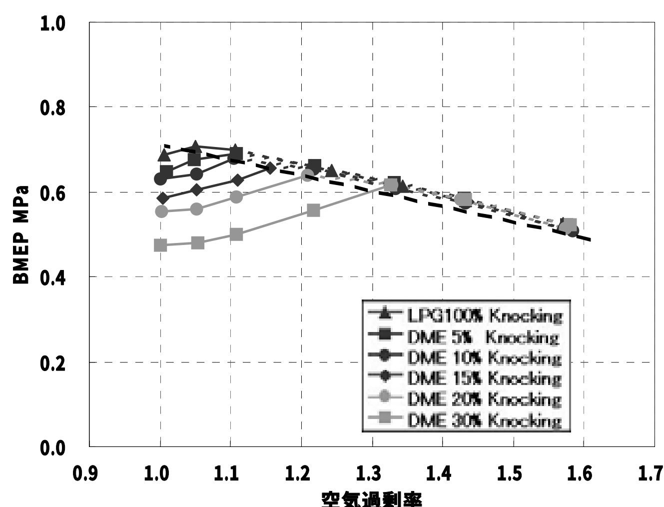


図３１３－１　ＤＭＥ混合割合における空気過剰率に対するノッキング限界図

（２）軽微な改造によるＤＭＥの最適混合使用領域の検証

ＤＭＥ混合比率が一定の場合の改造条件と使用可能な濃度を求めた。

点火時期を遅らせる事によりＤＭＥ混合比率３０ｗｔ％。更に希薄燃焼（ＥＧＲ）の対策をとることにより、ＤＭＥ混合比率４０ｗｔ％まで利用可能となった。ＤＭＥ混合比率がゆっくり変化した場合に対応する改造条件と使用可能な比率を求めた。ＤＭＥ混合比率変化は０

～３０ｗｔ％となった。

①点火時期を遅らせてノッキング限界を調べた結果を図３１３－２に示す。

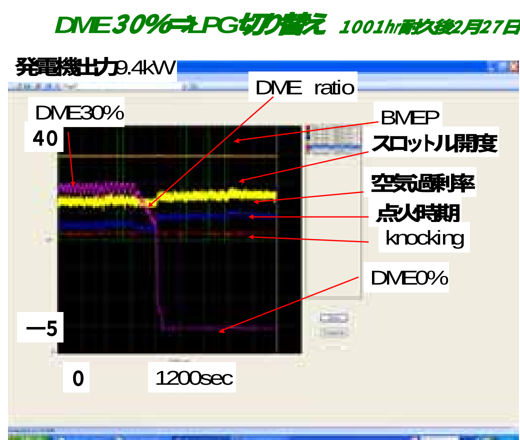
DME３０%の場合、ノッキング限界は、点火時期（１０°bTDC）遅らせれば定格出力の１２０％（(BMEP=0.6MPa）を満たし、利用可能なDME混合比率は３０ｗｔ％を得た。

②DME混合比率が更に高くなると点火時期だけでは必要な最大出力がでない。空気過剰率をあげて混合気をリーン（希薄）にしてノッキング限界を高めた。空気過剰率１．４以上ではWOT（スロットル全開）に達するため BMEP が低下する。このため、EGRによる燃焼期間を延長することでノッキング限界の向上を図った。

図３１３－３に、空気過剰率１．１の場合の、筒内に流入する排気ガス量(EGR)割合を変更してノッキング限界を調査した結果を示す。いずれの点火時期でも EGR 割合が増加すればノッキング限界が伸びており、EGR 率９%以上（筒内に流入する排気ガス量を筒内に流入する空気量＋排気ガス量で割った値）で点火時期１０と１５bTDC の場合定格出力の１２０％（BMEP=０．６MPa）を超えるので EGR があれば最大出力を確保できた。これにより利用可能なDME混合比率は４０ｗｔ％となることが判った。

<u>DME混合比率が変化した場合の追従制御</u>

排気ガス中の残存酸素量をリーンバーンセンサーで検出し、自動でDME混合時の空燃比のずれを修正し、エンジンコントローラにより A/F バルブ、点火時期、EGR量を変えることにより、DME混合比率０ｗｔ％～３０ｗｔ％にゆっくり変化しても出力（BMEP）もノッキングも発生せず、対応できることが判った。



③排ガス特性

酸化触媒を搭載し DME 割合を変更して１０００時間耐久運転を実施した。大気汚染防止法に抵触する計測値はなかった。

添付別表３１３－１　ガスエンジンの排ガス試験の評価表を参照のこと。

④耐久性検証

１０００時間で異常は認められなかった。
添付別表３１３－２　ガスエンジン耐久性試験の評価表を参照のこと

ＣＯ：2800ppm 以下 $O_2$０％dry（大気汚染防止法）
ＮＯｘ：200ppm 以下 $O_2$０％dry（都市部、地方自治体の条例）
600ppm 以下 $O_2$０％dry（郊外、大気汚染防止法）
ホルムアルデヒド：５ppm 以下（建物の境界線、大気汚染防止法）
一般に大気に希釈するので排気管出口で 10ppm 程度であれば問題ではない
THC：規制なし

（３）筒内シミュレーション解析によるＤＭＥ混合燃料の燃焼過程の解析によるノッキング現象を解明

プロパンにＤＭＥを混合するとノッキング限界が低下し､燃焼速度が速くなり希薄限界が変化することが実験（図３１３－１）から明らかになった。

そこで､化学動力学に基づく３次元燃焼シミュレーションにより燃焼過程の解析を行ないノッキング現象について次の知見を得た。

ノッキング現象は末端部の未燃ガス領域で低温酸化反応により生成されたＨＣＨＯがＣＯを経てＣＯ２に急速に酸化されることに起因することがわかり､また空気過剰率が高いと火炎伝播速度が遅くなること、及び自着火温度が高くなり、着火遅れが長くなるため、ＨＣＨＯが生成しても､高温酸化に至る前に火炎が伝播しノッキングに至らないことがわかった。

LPG+DME 混合のノッキング発生には､ホルムアルデヒド HCHO の挙動が重要な役割を演じていることがわかり、未燃ガス領域における HCHO の消費速度と実機におけるノッキング強度の測定値と相関があることを見出し、指標となることがわかった。この指標に基づいて､ノッキングが発生し難いピストンキャビティ形状の探索を行なった結果､キャビティ底面に突起を設けたトロイダル型ピストンキャビティがノッキングの発生を最も抑えられることがわかった。

用語の説明

BMEP：正味平均有効圧 Break Mean Effetive Pressure
実際にエンジンから得られる仕事を工程容積で割ったもので､エンジンの燃焼効率を判断する目安の１つ

bTDC：ピストンの上死点前を指す。before Top Dead Center
8°bTDC はピストンが一番上に上がる手前８°（クランク角）のこと

WOT：Wide open throttle スロットル全開

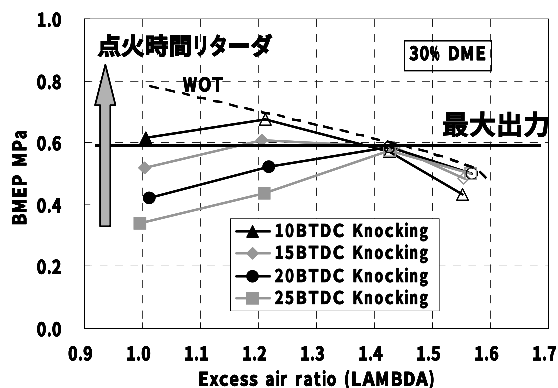


図３１３－２　ノッキング限界（ＤＭＥ３０ｗｔ％）

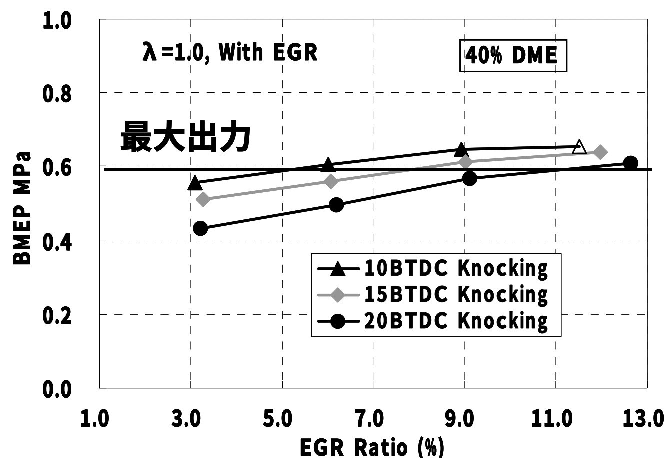


図３１３－３　ノッキング限界（ＤＭＥ４０ｗｔ％）

３－１－４供給設備

供給設備の実使用条件下での耐久性は、ＤＭＥ２０ｗｔ％で約７ヶ月使用し、引き続き４０ｗｔ％で約１０ヶ月使用後にメーカー基準で検査した。その結果、自然気化供給設備には異常は見られなかった。しかし強制気化供給設備の液自動切替装置では、開放前の気密試験では漏れは認められなかったが、ＤＭＥ混合液と接触するフッ素ゴム製Ｏリング（小）の表面がＤＭＥに浸食され劣化が認められた。フッ素ゴムの使用には、注意を要することが判った。

供給機器の個別の耐久試験結果は添付別表３１４－１供給機器耐久性試験結果（ＤＭＥ２０ｗｔ％）、添付別表３１４－２供給機器耐久性試験結果（ＤＭＥ４０ｗｔ％）参照のこと

３－1－５混合燃料

（１）均一混合性・経時分離性の検証

①均一混合性の検証

50kg ボンベに蒸気圧の低い DME、プロパンの順に充填し、均一に混合するかどうか検討した。

ボンベ充填口からの充填する場合、充填後７回ほどボンベを回転撹拌すればプロパンの混合量の少ないＤＭＥ５０％で均一に混合すること、またはサイホン管から充填すれば均一に混合することが判った。表３１５－１に検証結果を示す。

表315－1　ボンベ充填方法によるプロパン・ＤＭＥ均一混合性検証結果

	５０ｗｔ％
充填口充填＋回転撹拌７回	○
サイホン管口より充填	○

②経時分離性の検証

ＤＭＥ５０ｗｔ％混合液ボンベを３ヶ月間（２１６０時間）保管後に分離してないか、サイホン管から混合液を抜き出し混合ガス組成を分析した。その結果分離は認められなかった。

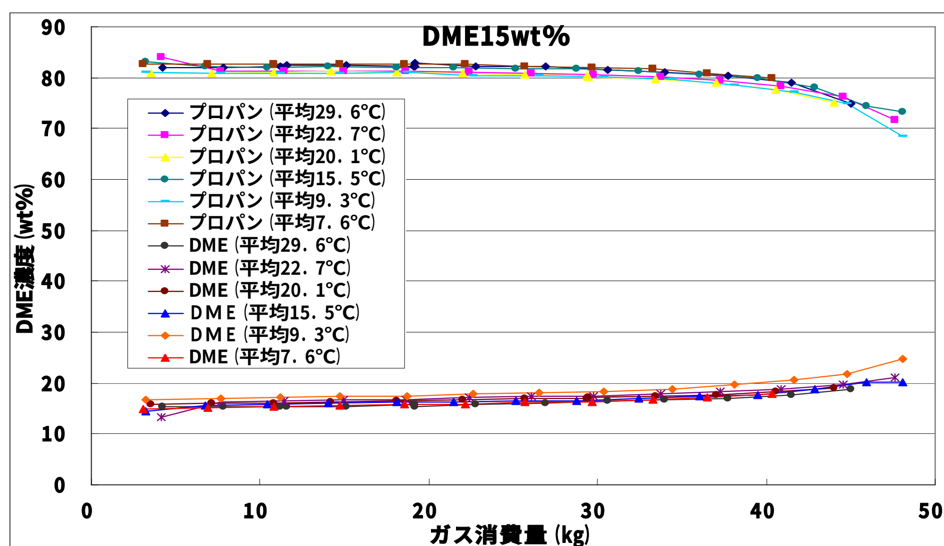
（２）自然気化組成及び推算式の検討

①自然気化組成

ＤＭＥ１５、２０、２５、３０ｗｔ％における、消費量一定の条件で、実使用条件下の外気温により自然気化ガス組成の変化を検討した。

図315－1にＤＭＥ１５ｗｔ％の時の例を示す。（平均外気温７．６℃度から２９．６℃までの６回計測）

自然気化初期のＤＭＥ比率は低いが、ガス消費量が増えるに従い緩やかに上昇し、消費量４５ｋｇで２０ｗｔ％まで上昇することがわかる。外気温度による影響は、軽微という結果であった。



条件　消費量：５ｋｇ／日

図３１５－１　ＤＭＥ１５ｗｔ％における自然気化ガス中のＤＭＥ比率（外気温度による影響）

②自然気化組成推算式

プロパンとＤＭＥの自然気化ガス組成は Benedict-Webb-Rubin（BWR）状態方程式に、温度と圧力を与えることにより気液平衡関係或いは沸点が精度良く相関され、気液平衡関係や飽和時の気相及び液相密度が推算可能となり、これを利用して温度一定条件で自然気化モデルの構築を行ない、ソフトウエアのパッケージ化までおこなった。

図３１５－２に、ＤＭＥ･プロパンの２成分系の気化組成のデータ「○」と推算式値「実線」の比較を示す。ＤＭＥ２０ｗｔ％、３０ｗｔ％、４０ｗｔ％のデータでいずれもよく相関する結果となった。またＤＭＥ液比率２０ｗｔ％であれば使いはじめはＤＭＥガス比率は１８ｗｔ％で液比率より低いが、消費と共に比率が高くなり４５ｋｇ消費時点では２２ｗｔ％まで比率が高くなっていく傾向がわかった。

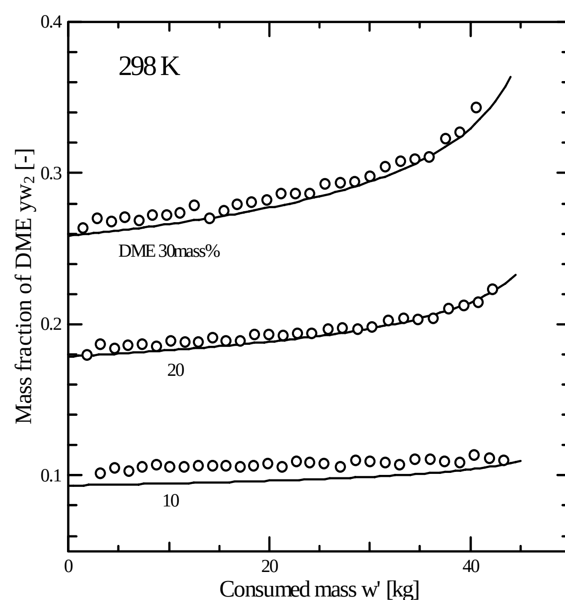


図３１５－２　ＤＭＥ１０、２０、３０ｗｔ％における自然気化組成（データと推算値）

（３）繰返し充填後の DME 混合比率の検討及びその推算式の検討

①繰返し充填後の DME 混合比率の検討

その１例として、図３１５－３にＤＭＥ４０ｗｔ％時の結果示す。

充填回数を積み重ねることにより、ＤＭＥ比率は濃くなるが、濃くなる幅は急激に小さくなり、５回で収束値に近くなることが分かる。

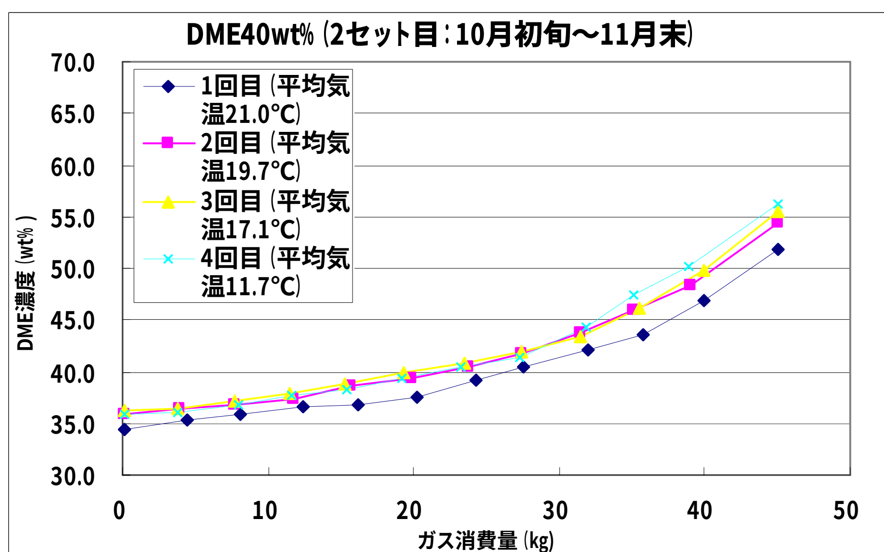


図３１５－３　繰返し充填後の DME ガス比率　（ＤＭＥ４０ｗｔ％　　残液５ｋｇ）

②繰返し充填後の DME 混合比率の推算式

温度変化にも対応出来るようにし、ソフトウエアのパッケージ化までおこなった。

図315－4に、DME･プロパンの２成分系の気化組成のデータ「○」と推算式値「実線」の比較例を示す。DME４０ｗｔ％のデータでは、いずれもよく相関する結果となっている。

図315－5に、DME２０ｗｔ％における推算式から求めた繰返し充填の各繰り返し時のDME比率線図を示す。DME比率幅が急激に狭くなり５回で収束値に近づく様子が分かる。残液量２０ｋｇと５ｋｇでは、残液量少ない時に早く濃縮が収束すること、また残液量によりDME比率が異なることがわかる。

DME４０ｗｔ％　残液５ｋｇ

○：実測データ　ー：推算値

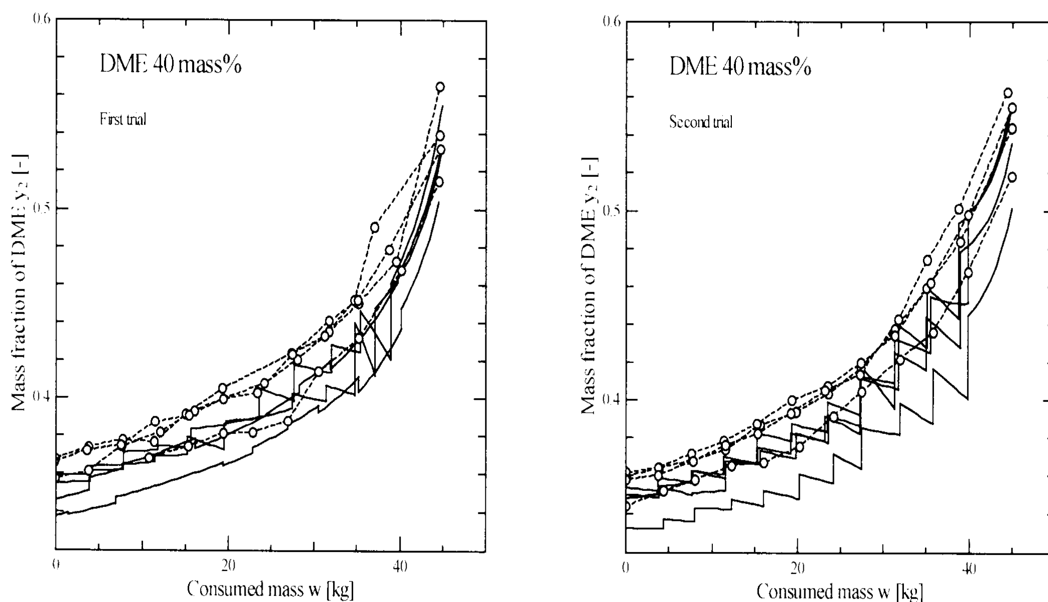


図315－4　繰返し充填後の DME 比率（実証データと推算値比較）

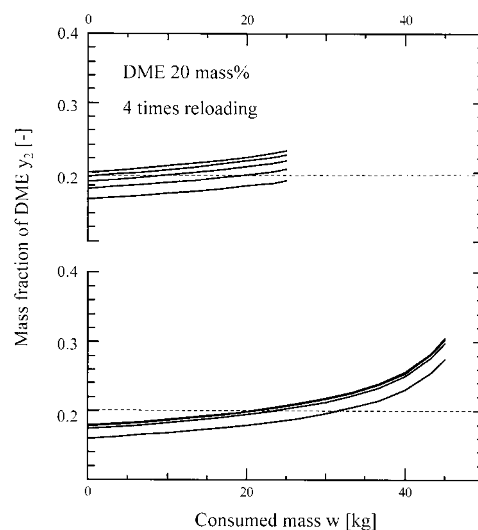


図３１５－５　繰返し充填後の DME 比率の推算値（残液量 5kg と 25kg の相違）

（４）ガス供給量（自然気化方式）

表３１５－４に示すように、自然気化ガス量は過酷な外気温度－１２℃、ガス消費量３．５kg／日の条件においては DME２０wt%で、消費量３６ｋｇで供給不足となる。しかしガス消費量３．５ｋｇ／日のお宅は床暖房等の大型消費機器をお使いの家庭でボンベ２本置きが標準なので切り替え調整弁が作動しガス供給量に支障はおきないと考えられる。実データを、図３１５－６に示す。DME４０wt%では消費量３１kg 過ぎから供給不足となり、ガス供給条件にやや制約がでてくると考えられる。

表３１５－４　ガス供給量（ある外気温度、ガス消費量でのボンベ自動切替迄のガス消費量）

	ガス消費量					
	１.５ｋｇ／日			３.５ｋｇ／日		
	－１２℃	－１℃	１０℃	－１２℃	－１℃	１０℃
DME20wt%	４６kg	４８kg	４９kg	３６ｋｇ	４７kg	―――
DME40wt%	４１kg	４７kg	４９kg	３１.5kg	４３kg	―――

＊ガス消費量 3.5kg/日は床煖房等ガス多く使われる家庭（ボンベ２本置）

（ガス消費量３．５ｋｇ／日、外気温－１２℃における）

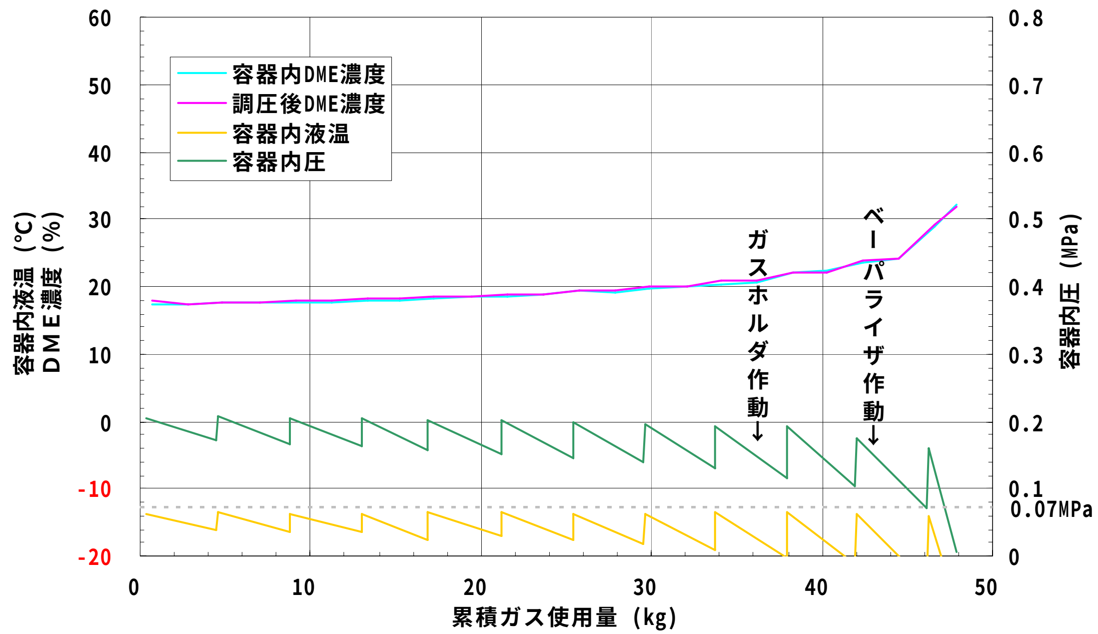


図３２５－６　ボンベ切り替え作動時の累積ガス消費量（ＤＭＥ２０ｗｔ％）

３－２　特許出願状況等

（１）論文数・学会発表数

表３－２－１　論文・学会発表数

年度	論文数	発表数
平成１７年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成１８年度	０（英文学術論文）	１（学会）
	１（解説）	２（一般講演会）
平成１９年度	０（英文学術論文）	４（学会）
	０（解説）	１（一般講演会）
平成２０年度	１（英文学術論文）	５（学会）
	０（解説）	１（一般講演会）
合計	２	１４

詳細は添付別表３－２－１　論文・学会発表数内訳参照。

（２）特許出願数

なし。

３－３　目標の達成度

個別目標に対する達成度は表３－３のとおりである。

（目標達成度：達成、一部達成、未達成）

表３－３　目標の達成度

項目	目標（上段） 成果（下段）	達成度
消費機器	目標：ＬＰガス機器仕様で使用可能なＤＭＥ混合比率の検討 主な燃焼方式の代表機器で自然気化方式で使用可能なＤＭＥ混合ガス比率の検討 自然気化方式で使用可能なＤＭＥ混合液比率の推算	達成
	成果：市販の代表機器であるテーブルコンロ、ガスストーブ、瞬間湯沸器、給湯器で、燃焼性・安全機能試験検討を行ない、使用可能なＤＭＥ混合ガス比率２０wt%であることが判り、約 800 時間耐久性試験で検証した。ＤＭＥ混合液比率１５ｗｔ％未満であることを推算式より求めた。	
	目標：軽微な改造により利用可能なＤＭＥの混合比率３０ｗｔ％とする	達成
	成果：テーブルコンロ、ガスストーブ、瞬間湯沸器、給湯器で、総発熱量と空気量を検討改善することにより、使用可能なＤＭＥ混合液比率３０wt%とし、約 800 時間の耐久性試験で検証をした。	
	目標：部分改造により利用可能なＤＭＥ混合比率４０ｗｔ％とする	達成
	成果：テーブルコンロ、ガスストーブ、瞬間湯沸器、給湯器で、燃焼速度に影響する炎口の噴射速度等を検討改善することにより、使用可能ＤＭＥ混合液比率４０wt%を得た。	
ＬＰＧガスエンジン	目標：ＬＰガス機器仕様で使用可能なＤＭＥ混合比率の検討	達成
	成果：エンジン燃焼性試験により、ノッキング現象がおき、使用可能なＤＭＥ比率は１０％以下であることが判った。	
	目標：軽微な改造によるＤＭＥの最適混合使用領域の検討	
	成果：空気過剰率、点火時期、希薄燃焼を DME 割合によって制御するように改良して耐久試験１０００時間を行い、使用可能なＤＭＥ比率は点火時期を遅らせることにより３０wt%、更に希薄燃焼(EGR)の対策をとることにより４０wt%であることを検証した。	
	目標：ＤＭＥ混合燃料のノッキング現象の解明	
	成果：筒内化学動力学に基づく３次元シミュレーションにより燃焼過程の解析することによりノッキング現象を解明した	

小型ボイラー	目標：ＬＰガス機器仕様で使用可能なＤＭＥ混合比率の検証 成果：燃焼性・安全機能・実使用性性能(耐久性３１０時間）試験検討にて、使用可能ＤＭＥ混合ガス比率５０wt%.であることが判った。	達成
供給機器	目標：消費機器・小型ボイラー・ガスエンジンの利用可能なＤＭＥ比率での、実使用条件下での供給機器及び同機器に付属する機器類の実使用性性能（耐久性　作動性）　転用可能性検証 成果：利用可能なＤＭＥ比率で実脂溶性性能（作動性・耐久性　時間）評価にて使えることを検証した。 ①消費機器ＤＭＥ20wt%(自然気化) ②消費機器ＤＭＥ40wt%（強制気化） ③ボイラーＤＭＥ50wt%(強制気化) ④ガスエンジンＤＭＥ40wt%(強制気化)	達成
ＤＭＥ混合燃料	目標：均一混合性・経時分離性の検証 自然気化ガス組成比率の試験、推算式導入検討 繰返充填濃度試験、推算式導入検討 供給ガス量の試験検討 成果： ①50kg ボンベに DME、プロパンの順に充填後、数回強制回転撹拌すれば、親和性が高く容易に均一混合すること、一旦混合すれば経時分離（2160 時間）しないことを検証した。 ②自然気化組成試験値に近似するＤＭＥ･プロパンの２成分系理論自然気化推算式を求めた。（変数　ＤＭＥ濃度、消費量、外気温度） ③繰返充填組成試験値に近似するＤＭＥ・プロパンの２成分系理論繰返充填濃度推算式を求めた（変数　ＤＭＥ濃度、外気温℃、消費速度） ④自然気化ガス量は外気温度－１２℃、ガス消費量 3.5kg/日の条件で DME 20wt%では大きな支障はでないが、DME40wt%では消費量 30kg 過ぎから供給不足となりガス供給条件に制約がでてくる。	達成

４．事業化の見通し、波及効果

４－１事業化（普及）の見通し

［1］我が国のＬＰガスは、国民生活に密着した必要不可欠な分散型エネルギーとして、全国津々浦々まで普及している。価格面ではサウジアラビアのアラムコ社のＬＰ価格決定方式が、ＣＰ（通告価格）制度であるため原油・ＬＮＧ等他の燃料と比べて著しく独歩高になり、最近のエネルギー間競合の中で、競争力上大きな問題となっている。我が国の供給の約８０％を輸入に依存し、かつその９０％近くを中東に依存しているため、従前より需給面・価格面におけるリスクを軽減するための安定化策が極めて重要な課題となっている。

ＬＰガスは原油、天然ガスの副産物あるいは製油所での副生物であるため、その供給は主たる生産物の生産に左右される。一方、ＤＭＥは単独での生産が可能であるため、より高い供給安定性が期待できる。

（1）ＬＮＧとの比較

天然ガスを我が国に持ち込む場合、ＬＮＧプラントによって天然ガスを液化して輸入することになるが、液化温度が－１６２℃という超低温であるため液化して輸入するコストが大きいことから、スケールメリットを考慮して、設備を大型化する必要がある。一方ＤＭＥは液化温度がＬＮＧより高い－２５℃であり、ＬＰガス並みの設備で貯蔵でき、我が国への輸送が可能であることから、ＬＮＧ及びＬＰＧよりも低価格で輸入できることに対する期待が大きい。

（2）海外での製造

ＤＭＥはＬＮＧと比較して、ＬＮＧ製造では採算が成り立たない東南アジアなどの中小規模ガス田、粗悪ガス田においては経済性の確保が容易であると見込まれることから、中東に依存することなく我が国への安定供給が図られる期待が大きい。

（3）DME の普及の緊急性

アジア新興国、特に中国では、一般家庭用燃料に練炭等固形燃料が多く利用されていたが、近年、同国の経済発展にともないＬＰガスの利用が飛躍的に伸びてきた。

そのため中国のＬＰガスの消費量は、我が国の消費量を超える（２００７年度実績では約２１，８００千㌧）までに至っている。然し、間断なく続くＬＰガスの高値安定的な輸入価格が要因となり、２００５年を境にＬＰガスの輸入量は、下落し始め、２００７年度では最盛期の半分程度まで落ち込んできている。

その需給ギャップのかなりの部分を自国産の原料から生産できるＤＭＥで埋めるべく（２００８年6月パービンアンドガーツ・アジアセミナーより）、新しいDMＥ製造プラントが数多く計画されている。従来までは、中国、インド等の大消費国を主体とするアジアのＬＰガス需要の伸びが、国際需給の逼迫感を増大し、今まで以上に我が国へのＬＰガス輸入に影響がでるものと考えられていたが、中国ではいち早く代替としてDMＥで補うべく、既にこれに着手している。我が国ＬＰガス事業者においてもDMＥのＬＰガス補完

としての普及に期待が大きくなっており、中国と同様に早期の普及に向けての取り組みが必要な段階へきていると考えられる。また、このことは隣国中国の動きと合わせ、相乗的な効果が期待できるものと考える。

［2］ＤＭＥは、現在国内で約１万５千トンが製造（純度９９.９９%）され噴射剤として使用されている。しかしながら燃料としてのＤＭＥ（純度９９%）は製造されていない。それは、燃料ＤＭＥの製造には、プラントによる大量の製造でなければ採算が成り立たず、また、市場形成が不十分であるために、初期段階での導入は条件が適合する地域のみに限定される等の理由からである。

このような状況下ではあるが、平成２０年９月より、まだ小規模（年産８万トン）ではあるが、いよいよ新しいＤＭＥ燃料製造プラントが新潟において立ち上がり、ようやくＤＭＥ製造が本格化する兆しが見えてきたと言える。

さらに、平成２０年度からＬＰガス、重油からＤＭＥも使用可能なボイラーに改造等を行う機器設備事業に対しての国の支援が開始されることになり、官民合わせての普及促進に向けての協力体制が整ってきた。

我が国のＬＰガス需要の中核を占める家庭業務用（全需要の４３.８%、2,６００世帯）分野で、設備改造なしで、もしくは軽微な改造だけで使用できるようＤＭＥの最適混合比率を検証できたことにより、今後、供給体制（海外生産を含む）が構築された場合に、エネルギーの安定供給の観点から大いに活用できるものとして大きな期待が持たれる。

４－２　波及効果

４－２－１　ＬＰガス導入・利用への波及効果

ＬＰガスは、我が国の一次エネルギー供給の約３%を占め、環境負荷が相対的に小さく、天然ガスとともにクリーンなエネルギーであり、また、拠点供給型（分散型）としての特徴を活かすことで、災害時における初期対応に適し、安定供給の確保に資する等、国民生活に密着したエネルギーとなっている。 しかし、その約８０%を輸入に依存している。ＬＰガスは原油、天然ガスの副産物あるいは製油所からの副産物であるため、その供給は主たる生産物の生産に左右され、かつ、価格面ではサウジアラビアのアラムコ社のＣＰ（通告価格）制度による価格決定方式であるため、原油・ＬＮＧ等他の燃料と比べて著しく安定性を欠き、我が国の需要供給に不安を与えている。

ＬＰガスにＤＭＥを混合し、効率的、安全に利用することが可能となれば、ＬＰガス供給者はＬＰガスタンクにＬＰガスとＤＭＥの混合燃料を貯蔵することにより、新たなタンクの設備投資を行うこともなく、需要家に現在使用しているバルク、ボンベで供給することが可能となる。

さらに、本事業により検証された家庭業務用機器でのＤＭＥ混合燃料の混合燃焼性　等の安全性等についてのガイドラインを作成し、ＬＰガス販売事業者を対象に配付し、正しい理解

と導入に向けての意識の高揚を図っているところである。

このことにより、ＬＰガス需要の中核を担う家庭業務用分野で、ＤＭＥ混合燃料の実用化気運が高まり、市場での供給可能性が高まりと相俟って、ＬＰガス業界に大きな影響を与えることになる。また、東南アジアのガス田での大規模ＤＭＥ製造を現実化させることにより供給源の多様化ともなり、ＬＰガスの安定供給にも大きく資するものと期待される。

４－２－２　ＤＭＥの有効利用への波及効果

我が国のＬＰガスは年間約１,８００万ｔが使用され、そのうちの約１,４００万ｔが輸入されている。ＬＰガスに輸入量の１０％である１４０万ｔをＤＭＥで置き換えることができれば、現状では採算性が見込めない質の悪い東南アジアの中小天然ガス田等のガスから、採算性があり、他の燃料に対して競争力のあるＤＭＥを入手することが可能となる。これによりＤＭＥの安定した供給体制ができ、安定した市場へとつながり、さらにはＬＰガスとの混合使用、ＤＭＥ単独使用を拡大していくものと予想される。結果的には、輸入の中東依存度の低下及びＣＰ制度への牽制を図ることが可能となり、我が国への安価で安定的なＬＰガス供給体制の構築が期待できる。

一方、隣国中国との協力体制を構築し、ＤＭＥの輸入等が実現出来るようになれば、同様な効果が期待できる。

さらにクリーンな燃料であるＬＰガスに、硫黄分・窒素分がなく、ＰＭも発生しない環境面で優れているクリーンな燃料であるＤＭＥを混合した燃料は、環境負荷低減に資する燃料として、家庭業務用以外の分野である石炭火力、ＬＰガス発電、離島のディーゼル発電所向け化石燃料等の代替として期待がもたれている。

５．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

５－１　研究開発計画

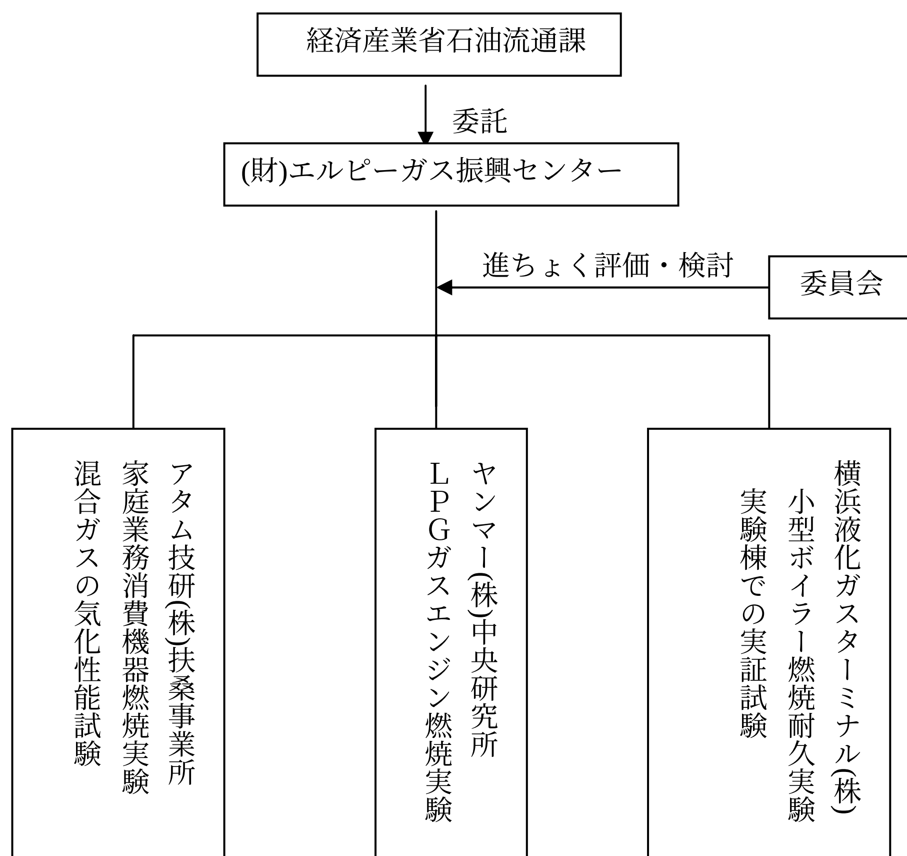
ＤＭＥ燃料実用化普及促進研究のスケジュール

対象機器	研究の内容	H17	H18	H19	業務分担
消費機器	①ＬＰガス仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ濃度の検証	○(6)			アタム
	②軽微な仕様変更での検証		○(4)		アタム
	③ＤＭＥ限界濃度の検証			○(4)	アタム
ＬＰＧガスエン	①ＬＰガス仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ濃度の検証	○			ヤンマー
	②軽微な仕様変更での検証		○		ヤンマー
	③仕様変更での耐久性の検証			○	ヤンマー，ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	④排ガス中の未燃ＨＣの低減方法の確立			○	ヤンマー
ＬＰガスボイラ	①ＬＰガス仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ濃度の検証	○			ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
	②ＤＭＥ最大濃度での燃焼耐久性試験		○		ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
	③ＤＭＥ最大濃度での供給機器の耐久性を確認			○	ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
実験棟での耐久試験	①実験棟の建設	○			ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	②ＬＰＧ仕様で混合燃焼可能なＤＭＥ最大濃度での消費機器と供給機器の耐久試験		○		ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
	③軽微な仕様変更での最大ＤＭＥ濃度による耐久試験			○	ＬＰＧＣ，ＹＬＴ
混合ガスの状態変化の検証	容器から自然気化した気相での組成変化		○		ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	充填後の容器内での均一混合性		○	○	ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	繰返し充填による容器内のＤＭＥ濃度変化			○	ＹＬＴ，ＬＰＧＣ
	容器からの自然気化性能と外気温		○		アタム
	実使用条件下で、容器からの安定供給			○	アタム
状態変化の推算式の誘導	自然気化の場合の推算式を誘導		○		ＬＰＧＣ
	繰返充填の場合の推算式を誘導			○	ＬＰＧＣ

ＹＬＴ：横浜液化ガスターミナル（横浜分室）、ＬＰＧＣ：エルピーガス振興センター

（　）内の数字は、試験した機種の数

５－２　実施体制



５－３　資金配分

表５－３　事業費の推移（単位：百万円、百万円未満切り捨て）

	平成１７年度	平成１８年度	平成１９年度	計
委託金額	２４１	２７３	２００	７１４

５－４　費用対効果

平成１７年度から平成１９年度まで事業費約７．１４億円で研究開発を行った。

今回の研究開発での大きな成果は、家庭業務用分野において、ＬＰガスにＤＭＥという新しい燃料を混合することにより、既存のＬＰガス仕様のままの燃焼機器でも使用が可能であることが実証されたことである。

ＬＰガスの家庭業務用消費機器のマーケットは、平成１９年度メーカー販売金額（実績）で約１，１００億円を越す規模である。（出典：ガス石油機器の販売実績と予測、日本ガス石油機器工業会）７．１４億円の研究費用もこの大きな市場から見れば、１％に満たない金額であり、決して過大な投資とは言えないレベルであると考える。

さらに、国際需給が反映されて価格が決まっていると言えないＬＰガス輸入価格の高騰に苦しみながら、他に有効な代替手段をもたないＬＰガス業界にとって、ＬＰガスの国際価格に連動しないＤＭＥが、主力の家庭業務用分野で使える見通しが立ったことは、今後の事業展開、消費者負担の軽減、国益の維持等を図る上でもその意義は大きいと考えられる。

５－５　変化への対応

〈プラス要因〉

（１）ＬＰガス国際価格の急速な高騰

本技術開発が始まった平成１７年度（２００５年度）を、現時点である平成２０年度（２００８年度）秋の時点から振り返ると僅か、3年半の経過に過ぎないものの、エネルギーを取り巻く情勢は著しく変化した。

平成１７年４月のプロパンＣＰ価格の４１５ドル／㌧は、それまで長く３００ドル以下の時代が続いたため、大幅な値上がりと受け止められた。しかし、平成１９年１２月は、これを遥かに凌駕した８６０ドル／㌧まで値上がりし、さらに直近の平成２０年７月にはついに９００ドル／㌧を突破して、９０５ドル／㌧まで高騰し、1，０００ドル／㌧も間近のレベルまで来ている。

「価格の比較」

ＤＭＥを取り巻く環境もかなり変化している。

そこで、現時点でのＤＭＥ燃料の価格競争力はどうなっているのか、推定されるファクターを基に、平成２０年現在でのＤＭＥの本邦到着輸入価格を試算した。

前提条件として、以下の二つのケースで試算した。

その１）はコストアップを最も高く見積もったケース

その２）はコストアップを控え目に見積もったケース

その１）生産規模5，０００㌧／日、負荷率を１００％、3年目、原料価格（平成１４年度の５．０倍）、総投資額1，０００milUS$(平成４年度の２倍)で製造コストを試算した。→３３９．４US$／トンとなった。

これをベースに、西豪州→日本のＣＩＦ価格を試算した。（添付別表５５－１参照）

（Ａ）製造価格　　　３３９．４　 US$／㌧

（Ｂ）海上輸送費　　　５０　　　〃

（Ｃ）輸送保険　　　　０．３９　〃←（Ａ＋Ｂ）＊０．１％

ＤＭＥのＣＩＦ価格　　　３９０US$／㌧

これを熱量当たりに換算すると、低位発熱量ベースでＤＭＥ→１４．２＄／MMBtu
一方、プロパンは直近のＣＩＦ　８５０US$／ﾄﾝで試算すると、
プロパン→１９．３＄／MMBtuとなる。その１）の試算ケースでも、ＤＭＥは、プロパンに対してコスト競争力が維持されており、ＬＰガスを補完する燃料としてのポジションは、依然として保持されると推定することが出来る。

この中で（Ｂ）の海上輸送費は、添付別表５５－２表２に平成１４年度との対比で試算した。特に昨今の新造船建造価格等が値上がりし、正確な実態を把握しにくい状況下にあることを付記しておきたい。

その２）生産規模５，０００ﾄﾝ／日、負荷率を１００％、３年目、原料価格（平成１４年度の４．０倍)、総投資額７５０milUS$(平成４年度の１．５倍)で製造コストを試算した。→２７３．０US$／トンとなった。

これをベースに、西豪州→日本のＣＩＦ価格を試算した。(添付別表５５－２参照)

（Ａ）製造価格　　　２７３．０　　US$／ﾄﾝ
（Ｂ）海上輸送費　　　５０　　　〃
（Ｃ）輸送保険　　　　０．３２　〃←（Ａ＋Ｂ）＊０．１％
　ＤＭＥのＣＩＦ価格　　　３２３．３２US$／ﾄﾝ

これを熱量当たりに換算すると、低位発熱量ベースでＤＭＥ→１１．８＄／MMBtu
一方、プロパンは直近のＣＩＦ　８５０US$／ﾄﾝで試算すると、
プロパン→１９．３＄／MMBtuとなる。その２）の試算ケースでは、ＤＭＥは、プロパンに対するコスト競争力は拡大され、ＬＰガスを補完する燃料としてのポジションは、より向上すると推定することが出来る。

（２）バイオマス原料からのＤＭＥ合成の実用化に光明

現在、我が国では、地方自治体が先導して、地産地消をベースに再生可能エネルギーの実用化に取り組んでいる。バイオマスもその一つである。バイオマスは、従来までは、既存の化石燃料と比較して、経済性や取扱い易さの点でハンディを抱え、その実用化はもう一つ盛り上がりに欠けていた。

然し、二酸化炭素問題が喫緊の課題となった昨今では、様相がかなり変わってきている。

ＤＭＥは、原料ソースが多様であり、もちろんバイオマスからも合成は可能であり、海外の化石燃料の国際市況の高騰が追い風となって､バイオマスからのＤＭＥ製造も現実味を帯びてきている。これは、ＤＭＥ実用化によって新たなプラス要因である。

〈マイナス要因〉

（１）原材料価格の高騰（懸念すべき材料）

原油高騰に連動して、天然ガス、石炭の国際価格が高騰し、異常なレベルのスポット価格が散見されている。我が国は、現状では、海外でのＤＭＥ製造は、長期契約ＬＮＧ用のガス

田としては相応しくない中小ガス田から生産される天然ガスを主原料とするＦＳを行ってきている。これら中小ガス田の井戸元価格がどうなるのか、長期契約ものの価格に連動して上がっていくのかどうか、現状では、変化が激しく予測が難しい状況である。しかしながら、プラス要因で述べた価格優位性が直ぐに損なわれる程まで進行するとは考えにくいが、予断を許さない状況にある。

今後の動向如何によって、マイナス要因となりうる。

（２）短期的なＬＰガス国際価格の下落

一時は、ＦＯＢで１，０００＄／トン近くまで急騰したＬＰＧのＣＰが、直近の１１月では６００＄まで急降下してきた。この傾向が今後も続くようであれば、ＤＭＥ実用化の熱が冷めてくる可能性あり。

６．まとめ

本研究においては、ＬＰガスにＤＭＥを混合した所謂ＤＭＥ混合燃料が、ＬＰガス家庭業務用の消費機器でどこまで使用可能かを見極めるため、市販されている消費機器を使って、検証を行った。

ＬＰガスの家庭業務用消費分野に、ＤＭＥ混合燃料を普及させるためには、消費者を含む流通段階で新たなコスト負担を極力抑えることが必要であることを業界関係者より指摘されていたことから、

今回の研究は、特に下記の二点に重点をおいた。

１）先ず、既存のＬＰガス用機器仕様のままで、どこまでＤＭＥの混合が可能かを検証

２）次に、軽微な仕様変更を加えることにより、さらにどこまでＤＭＥの混合が可能かを検証

さらに、実用段階においては、燃焼性能の検証だけでなく、ＤＭＥ混合燃料についての気化性能や、容器への充填、その他留意すべき事項等その挙動を把握しておくことが、混合燃料取り扱い上、極めて重要であることがわかっていたので、このような観点からも、許容されうるＤＭＥ液濃度を検証した。

これらの検証結果が実使用段階で活用できることを念頭に置き、本研究においては、実際に市場で取り扱う際に必要と考えられるデータの蓄積に努めた。

その結果、今後、本格的な実用化にいたるまでには、解決すべき法規上の課題等はいくつか残るものの、既存のＬＰガス設備において、ＤＭＥ混合燃料の実用化が可能であることを技術的に検証でき、当初の目的はほぼ達成できたと考える。

さらに、本研究成果を普及促進用の「ＤＭＥ混合燃料のガイド」という形で、とりまとめることができ、ＬＰガス販売事業者を対象に配布し、普及啓発に努めているところである。

近年のＬＰガスのＣＰの高値安定が続けば、価格的にも十分に競合できるＤＭＥの生産が可能であり、混合燃料のわが国、家庭業務用分野での本格的導入が期待される。

特に、隣国中国では、ＬＰガス代替として、自国の石炭等を原料とするＤＭＥの普及拡大が家庭業務用分野をはじめとして本格化している。

我が国においても、ＤＭＥ燃料の生産と産業用のＤＭＥ燃料設備の利用がはじまったところである。ＤＭＥ流通が本格化すれば、オセアニア（パプアニューギニア）、東南アジアの安価な原料ガス等を用いてＤＭＥを大量生産して我が国に持ち込みが可能となる。本技術の普及は、ＬＰガスにＤＭＥを混ぜて使える検証技術であり、ＬＰガスの中東依存を減らし、ＣＰ価格の影響を弱め、低価格ＬＰガスの安定供給に寄与するものとして期待されている。

（添付資料）

別表２３１－１供試機器明細

機器名	燃焼方式	種類	ガス消費量(kW) (定格設定)(最小絞り設定)
テーブルコンロ(外炎式)	ブンゼン大気圧式燃焼式バーナ	開放式	4.21～0.47
テーブルコンロ(内炎式)	ブンゼン大気圧式燃焼式バーナ	開放式	4.21～0.78
給湯器	ブンゼン強制燃焼式バーナ	屋外式	43.6～7.0
開放型湯沸器	ブンゼン大気圧燃焼式バーナ	開放式	10.5～6.0
赤外線ストーブ	全１次式大気圧燃焼式バーナ	開放式	3.08～1.6
ガスファンヒータ	ブンゼン大気圧式燃焼式バーナ	開放式	3.49～1.68

別表231－2　家庭業務用消費機器試験項目・判定基準一覧
テーブルこんろ

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
1	全ガス消費量	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器及びJIS S 2103 家庭用ガス調理機器の試験方法　による	全ガス消費量の表示ガス消費量に対する精度が±10%	
2	個々のバーナのガス量	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器及びJIS S 2103 家庭用ガス調理機器の試験方法　による	個々のバーナの表示ガス消費量に対する精度が±10%	
3	全ガス消費量の個々のバーナのガス消費量の総和に対する比	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器及びJIS S 2103 家庭用ガス調理機器の試験方法　による	全ガス消費量の個々のバーナのガス消費量の総和に対する比が80%以上	
4	火移り	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	確実に火移りし、爆発的着火がないこと	火移りし、爆発的着火なし
5	リフティング	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	リフティングがないこと	リフティングなし
6	消火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火がないこと	消火なし
7	炎の均一性	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	炎が均一であること	炎が均一
8	逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	逆火がないこと	逆火なし
9	連続騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	連続騒音が60dB以下	50dB以下
10	消火時の騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火時に爆発音がないこと	爆発音なし
11	CO濃度	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）が0.14%以下	（外炎式コンロ）70ppm （内炎式コンロ）28ppm
12	すすの発生	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	すすが発生しないこと	発生なし
13	電極部の黄炎	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	電極部に黄炎が常時接触しないこと	常時接触なし
14	パイロットバーナの消火及び逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	パイロットバーナの消火及び逆火がないこと	消火及び逆火なし
参	燃焼特性	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	ダンパー開度について、設定開度前後に必要な余裕度を確保していること	余裕度を確保している

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
15	立消え安全装置	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	点火時の開弁時間は90秒以内であること（但し、こんろバーナにあっては10秒以内とする）	
			消火時の閉弁時間は50秒以内に閉弁すること	
参	立消え安全装置の センサー出力値	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	ガス量最小絞り時に消火検知レベルに対し余裕のあること	余裕あり
16	過大なべ使用時の 燃焼の安定性	JIS S 2103 家庭用ガス調理機器の試験方法 による	炎が安定していること 刺激臭がないこと	炎が安定し、刺激臭なし
参	耐あおり性	フライパンを通常の早さで上下させる	消火及び逆火がないこと	消火及び逆火なし
17	電気点火性能	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	点火率19/20以上 また、爆発的に点火しないこと	点火率19/20以上 爆発的着火なし
参	ガス量切替時の燃焼 特性	ガス量切替操作（大→小と小→大）を行う	消火や逆火等の異常のないこと	異常なし
18	熱効率	JIS S 2103 家庭用ガス調理機器の試験方法 による	こんろ専用バーナ　40%以上	54.3%

ガス湯沸器瞬間型（元止め式）

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
1	ガス消費量	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	ガス消費量の表示ガス消費量に対する精度が±10%	
2	火移り	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	確実に火移りし、爆発的着火がないこと	火移りし、爆発的着火なし
3	リフティング	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	リフティングがないこと	リフティングなし
4	消火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火がないこと	消火なし
5	炎の均一	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	炎が均一であること	炎が均一
6	逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	逆火がないこと	逆火なし
7	連続騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	連続騒音が60dB以下	50dB以下
8	消火時の騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火時に爆発音がないこと	爆発音なし
9	CO濃度	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）が0.03%以下	5ppm （H17当時基準0.14%）
10	すすの発生	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	すすが発生しないこと	発生なし
11	電極部の黄炎	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	電極部に黄炎が常時接触しないこと	常時接触なし
12	パイロットバーナの消火及び逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	パイロットバーナの消火及び逆火がないこと	消火及び逆火なし
13	立消え安全装置	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	点火時の開弁時間は90秒以内であること	
			消火時の閉弁時間はフレームロッド式にあっては3秒以内、熱電対式にあっては50秒以内に閉弁すること	
			自動的に点火操作を行うものの不点火時の閉弁時間は、フレームロッド式にあっては7秒以内、熱電対式にあっては50秒以内に閉弁すること	

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
参	立消え安全装置の センサー出力値	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火検知レベルに対し充分な余裕があること	余裕あり
14	不完全燃焼防止装置の 作動性能 （排ガス出口閉塞）	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法 による	CO濃度が300ppm以上になる条件において、バーナに点火した時から30秒以内に作動すること	1分以内に作動 （H17当時基準はCO1,400ppm 点火後10分以内）
15	不完全燃焼防止装置の 作動性能 （酸素濃度低下）	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法 による	機器の周囲の酸素濃度が低下した時CO濃度が300ppm以下の酸素濃度で作動すること	25ppm （H17当時基準1,400ppm）
参	不完全燃焼防止装置の 作動性能 （酸素濃度低下）	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法 による	機器の周囲の酸素濃度が低下した時CO濃度が300ppmに達する前にある程度余裕を持った酸素濃度で作動すること	余裕をもち作動
16	電気点火性能	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	点火率 19/20 以上 また、爆発的に点火しないこと	点火率19/20以上 爆発的着火なし
17	熱効率	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法 による	70%以上	81.5%
18	出湯能力の表示に 対する比	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法 による	取扱説明書に表示する出湯量の90%以上の出湯量が得られること	

赤外線式ガスストーブ

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
1	ガス消費量	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	ガス消費量の表示ガス消費量に対する精度が±10%	
2	火移り	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	確実に火移りし、爆発的着火がないこと	火移りし、爆発的着火なし
3	リフティング	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	リフティングがないこと	リフティングなし
4	消火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火がないこと	消火なし
5	炎の均一	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	炎が均一であること	炎が均一
6	逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	逆火がないこと	逆火なし
7	連続騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	連続騒音が60dB以下	50dB以下
8	消火時の騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火時に爆発音がないこと	爆発音なし
9	CO濃度	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）が0.03%以下	164ppm （H17当時基準0.07%）
10	すすの発生	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	すすが発生しないこと	発生なし
11	電極部の黄炎	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	電極部に黄炎が常時接触しないこと	常時接触なし
12	パイロットバーナの消火及び逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	パイロットバーナの消火及び逆火がないこと	消火及び逆火なし
13	立消え安全装置	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	点火時の開弁時間は90秒以内であること	
			消火時の閉弁時間は100秒以内であること（但し、乾電池を使用して熱電対式立消え安全装置を強制的に閉弁させるものにあっては50秒以内に閉弁すること）	
参	立消え安全装置のセンサー出力値	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火検知レベルに対し充分な余裕があること	余裕あり

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
14	不完全燃焼防止装置の作動性能（酸素濃度低下）	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法 による	室内の酸素濃度を低下させた時、燃焼排ガス中のCO濃度が500ppmに達する前に、安全装置が作動すること	495ppm（H17当時基準700ppm）
参	不完全燃焼防止装置の作動性能（酸素濃度低下）	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法 による	機器の周囲の酸素濃度が低下した時CO濃度が500ppmに達する前にある程度余裕を持った酸素濃度で作動すること	H17当時基準700ppm到達時の酸素濃度15.5% 不完全燃焼防止装置作動時の酸素濃度17.15%
15	不完全燃焼防止装置の作動性能（一次空気口閉塞）	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法 による	燃焼排ガス中のCO濃度が500ppmに達するまで一次空気口を閉塞した状態で、バーナに点火し90秒以内に安全装置が作動すること	
参	セラミックプレートの赤熱温度		780℃以上　900℃以下であること	809℃
16	電気点火性能	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	点火率19/20以上 また、爆発的に点火しないこと	点火率19/20以上 爆発的着火なし
17	放射効率	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法 による	１５％以上	27.1%

ガスファンヒータ

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
1	ガス消費量	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	ガス消費量の表示ガス消費量に対する精度が±10%	
2	火移り	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	確実に火移りし、爆発的着火がないこと	火移りし、爆発的着火なし
3	リフティング	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	リフティングがないこと	リフティングなし
4	消火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火がないこと	消火なし
5	炎の均一性	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	炎が均一であること	炎が均一
6	逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	逆火がないこと	逆火なし
7	連続騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	連続騒音が60dB以下	50dB以下
8	消火時の騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火時に爆発音がないこと	爆発音なし
9	CO濃度	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）が0.03%以下	52ppm （H17当時基準0.07%）
10	すすの発生	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	すすが発生しないこと	発生なし
11	電極部の黄炎	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	電極部に黄炎が常時接触しないこと	常時接触なし
12	パイロットバーナの消火及び逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	パイロットバーナの消火及び逆火がないこと	消火及び逆火なし
13	立消え安全装置	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	点火時の開弁時間は90秒以内であること	
			消火時の閉弁時間はフレームロッド式にあっては3秒以内、熱電対式にあっては50秒以内に閉弁すること	
			自動的に点火操作を行うものの不点火時の閉弁時間は、フレームロッド式にあっては20秒以内、熱電対式にあっては50秒以内に閉弁すること	
参	立消え安全装置のセンサー出力値	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法 による	消火検知レベルに対し充分余裕のあること	余裕あり

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
14	不完全燃焼防止装置の 作動性能 （酸素濃度低下）	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法　による	室内の酸素濃度を低下させた時、燃焼排ガス中のCO濃度が500ppmに達する前に、安全装置が作動すること	103ppm （H17当時基準700ppm）
参	不完全燃焼防止装置の 作動性能 （酸素濃度低下）	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法　による	機器の周囲の酸素濃度が低下した時CO濃度が500ppmに達する前にある程度余裕を持った酸素濃度で作動すること	余裕をもち作動
15	不完全燃焼防止装置の 作動性能 （一次空気口閉塞）	JIS S 2122 家庭用ガス暖房機器の試験方法　による	燃焼排ガス中のCO濃度が500ppmに達するまで一次空気口を閉塞した状態で、バーナに点火し90秒以内に安全装置が作動すること	
16	電圧変動	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	運転中に±10%変動させても支障のないこと	
17	電気点火性能	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	点火率19/20以上 また、爆発的に点火しないこと	点火率19/20以上 爆発的着火なし

ガス湯沸器瞬間型（先止め式）

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
1	ガス消費量	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	ガス消費量の表示ガス消費量に対する精度が±10％	
2	火移り（無風時及び有風時）	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	確実に火移りし、爆発的着火がないこと	火移りし、爆発的着火なし（無風時）
3	リフティング	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	リフティングがないこと	リフティングなし
4	消火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火がないこと	消火なし
5	炎の均一	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	炎が均一であること	炎が均一
6	逆火	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	逆火がないこと	逆火なし
7	連続騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	連続騒音が60dB以下	50dB以下
8	消火時の騒音	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火時に爆発音がないこと	爆発音なし
9	CO濃度	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）が0.14%以下	180ppm
10	すすの発生	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	すすが発生しないこと	発生なし
11	電極部の黄炎	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	電極部に黄炎が常時接触しないこと	常時接触なし
12	パイロットバーナの消火及び逆火（無風時及び有風時）	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	パイロットバーナの消火及び逆火がないこと	消火及び逆火なし（無風時）
13	有風状態におけるバーナの炎の安定性	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器及びJIS S 2109 家庭用ガス温水機器の試験方法　による	消火、逆火又は使用上支障のある炎のあふれのないこと及び安全装置の作動によってガス通路が閉ざされないこと	
参	燃焼特性図	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	燃焼ファンの回転域における燃焼性は、燃焼不良域に対し十分な余裕があること	余裕あり

No.	検査項目（案）	試験方法（案）	判定基準（案）	DME20wt%での結果
14	立消え安全装置	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	点火時の開弁時間は90秒以内であること	
			消火時の閉弁時間はフレームロッド式にあっては3秒以内、熱電対式にあっては50秒以内に閉弁すること	
			自動的に点火操作を行うものの不点火時の閉弁時間は、フレームロッド式にあっては7秒以内、熱電対式にあっては50秒以内に閉弁すること	
参	立消え安全装置の センサー出力値	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	消火検知レベルに対し充分余裕のあること	余裕あり
参	負荷変化時の燃焼 性能の応答性	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度（体積%）が0.14%以下及び消火・逆火のないこと	0.14%以下及び消火・逆火なし （H17当時基準2,800ppm）
15	電気点火性能	JIS S 2093 家庭用ガス消費機器の試験方法　による	無風状態 点火率 19/20 以上 また、爆発的に点火しないこと 有風状態 点火率 5/10 以上 また、爆発的に点火しないこと	点火率19/20以上 爆発的着火なし （無風状態）
16	熱効率	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法　による	70%以上	80.4%
17	出湯能力の表示に 対する比	JIS S 2109 家庭用ガス温水器の試験方法　による	取扱説明書に表示する出湯量の90%以上の出湯量が得られること	

別表２３２—１　　ボイラーの試験項目及び判定基準

試験項目	試験方法	判定
排ガスO_2	メーカー基準による	4.5±2 （目安）
排ガス CO 濃度	メーカー基準による	100PP 以下
排ガス NOx 濃度	メーカー基準による	100PP 以下
ボイラー効率	メーカー基準による	90%　 以上
排ガス温度	メーカー基準による	190　　以上
燃料供給二次圧力	メーカー基準による	135mmAq 以上（目安）

別表２３４—１　　供給設備の試験法一覧

機器名	試験項目
S 型メータ	気密試験、基本性能試験、マイコン記録データ解析、ゴム・パッキン類目視試験
自動切替調整器	気密試験、安全弁作動試験、閉塞圧力試験、出口圧力性能試験、ゴム・パッキン類目視試験
二段一次調整器	気密試験、安全弁作動試験、閉塞圧力試験、出口圧力性能試験、ゴム・パッキン類目視試験
二段二次調整器	気密試験、安全弁作動試験、閉塞圧力試験、出口圧力性能試験、ゴム・パッキン類目視試験
液自動切替装置	外部気密試験、弁漏れ量測定試験、切替圧力測定試験、ゴム・パッキン類目視試験
高圧ホース	気密試験、目視試験
Hi-N ゴム管	気密試験、ガス透過性能試験、引抜試験、耐圧試験、低温曲げ試験、目視試験
LP ガスコード	気密試験、ガス透過性能試験、引抜試験、耐圧試験、低温曲げ試験、目視試験
ヒューズガス栓	気密試験、レバー操作力性能試験、作動流量性能試験、ヒューズリーク性能試験、OFF 弁リーク性能試験、目視試験
検査口付き可とうガス栓	気密試験、レバー操作力性能試験

別表３１１―１消費機器（改造なし）のＤＭＥ混合比率での燃焼性・安全性の検証結果

ＤＭＥ２０ｗｔ％ガスでの実証データ

コンロ（外炎式）

試験項目	試験方法	判定値	測定結果	合否
燃焼特性 リフティング 逆火発生 燃焼音 消火音 ＣＯ濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS 2103 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.14%以下 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 70ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
ガス量切替え時の特性	ガス量切替つまみを大→小　小→大の操作を繰り返す	逆火・消火などの異常がないこと	なし	○
熱効率	JIS S 2093 による	JIS S 2093 による こんろ専用バーナ 40%以上	54.3%	○
立ち消え安全装置出力特性	ガス量切替つまみで操作できる範囲内全てで確認	最小絞り時に失火検知レベルに対し余裕があること	良好	○

コンロ（内炎式）

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性 リフティング 逆火発生 燃焼音 消火音 ＣＯ濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS 2103 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.14%以下 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 28ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
ガス量切替え時の特性	ガス量切替つまみを大→小　小→大の操作を繰り返す	逆火・消火などの異常がないこと	なし	○
熱効率	JIS S 2093 による	JIS S 2093 による こんろ専用バーナ 40%以上	54.1%	○
立ち消え安全装置出力特性	ガス量切替つまみで操作できる範囲内全てで確認	最小絞り時に失火検知レベルに対し余裕があること	良好	○

赤外線ストーブ

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性	JIS S 2093 による	JIS 2122 による		

リフティング 逆火発生 燃焼音 消火音 ＣＯ濃度 イエローチップ 火移り	着実に火移りし爆発的着火がない	ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.07%以下(0.03%以下) 電極部に常時接触しないこと 着実に火移りし爆発的な着火がないこと	なし なし 50dB 以下 なし 164ppm なし 良好	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
放射効率	JIS S 2122 による	JIS S 2122 による 15%以上	27.1%	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2122 による	JIS S 2122 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が 700ppm(500ppm)以下	495ppm	○
		燃焼排ガスの CO 濃度が 700ppm (500ppm)に達する酸素濃度(a)より不完全燃焼防止装置が作動する酸素濃度(b)が高いこと	(a)＝15.5% (b)＝17.15%	
セラミックプレートの赤熱温度	大手ガス会社の試験方法による	780℃以上	809℃	○

ガスファンヒーター

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
ファンヒータ リフティング 逆火発生 燃焼音 消火音 ＣＯ濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS 2122 ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.07%以下(0.03%以下) 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 52ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルに対し余裕があること	良好	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2122 による	JIS S 2122 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が	103ppm	○

		700ppm(500ppm) 以下		

ガス湯沸器（元止め式）

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性 リフティング 逆火 燃焼音 消火音 CO 濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS 2109 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.14%以下(0.03%) 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 5ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルの対し十分な余裕があること	良好	○
熱効率	JIS S 2109 による	70%以上	81.5%	○
排ガス出口閉塞安全装置の作動性能	JIS S 2109 による	CO 濃度が 0.14% (0.03%)を超す閉塞率(a)より安全装置が作動する閉塞率(b)が低いこと	(a)＝77% (b)＝57％付近	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2109 による	JIS S 2109 CO 濃度が 0.14% (0.03%)を超す閉塞率とした状態で 10 分以内にガス通路が閉ざされること	1 分以内	○
		JIS S 2109 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が 1400ppm(300ppm) 以下	25ppm	○

ガス湯沸器（先止め式）

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性 リフティング 逆火発生 燃焼音 消火音 ＣＯ濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS S 2109 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.28%以下(0.14%)以下 電極部に常時接触し	 なし なし 50dB 以下 なし 180ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○

		ないこと		
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルに対し十分な余裕があること。	良好	○
熱効率	JIS S 2109 による	70%以上	80.4%	○

別表３１１－２　家庭用業務用消費機器の耐久試験結果（ＤＭＥ２０ｗｔ％）

	点検項目	評価基準	内炎式ｺﾝﾛ	外炎式ｺﾝﾛ	ﾌｧﾝﾋｰﾀｰ	ｽﾄｰﾌﾞ	給湯器	湯沸器
試験期間			約７ヶ月					
試験時間(h)			約 750	約 800	約 800	約 800	約 400	約 400
日常点検	ｶﾞｽ漏れ	漏れなし	○		○	○	○	○
	炎の様子	爆発着火･ﾘﾌﾃｨﾝｸﾞ･消火･逆火･すすの発生無し。火移り及び炎の均一性良好	○	○	構造上確認不可	○	構造上確認不可	○
定期点検	安全装置出力測定	出力が基準値を満たし初期値と比較し安定している	○	○	○	構造上確認不可	○	○
	燃焼排ｶﾞｽ成分	ＣＯが JIS 基準値以下。NOx、CO_2、O_2 が安定している	○	○	○	○	○	○
	燃焼部変形変色	変形、変色等なし	○	○	○	○	○	○
	ｶﾞｽｶﾞﾊﾞﾅ特性	一次圧力を変化させても二次圧力が基準値内で安定している	機器にｶﾞﾊﾞﾅなし	機器にｶﾞﾊﾞﾅなし	○	○	○	○
	ﾎﾙﾑｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ濃度	LPG の場合と比較	供給ガスが LPG と LPG/DME 混合ガスで大きな違いはない					

○は評価基準を満たしている。

別表３１１－３　軽微な改造を施した消費機器のＤＭＥ混合比率での燃焼性・安全性の実データ

コンロ（外炎式）30wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性	JIS S 2093 による	JIS 2103 による		
リフティング		ないこと	なし	○
逆火発生		ないこと	なし	○
燃焼音		60dB 以下	50dB 以下	○
消火音		爆発音がないこと	なし	○
ＣＯ濃度		0.14%以下	60ppm	○
イエローチップ		電極部に常時接触しないこと	なし	○
ガス量切替え時の特性	ガス量切替つまみを大→小　小→大の操作を繰り返す	逆火・消火などの異常がないこと	なし	○
熱効率	JIS S 2093 による	JIS S 2093 による こんろ専用バーナ 40%以上	54.9%	○
立ち消え安全装置出力特性	ガス量切替つまみで操作できる範囲内全てで確認	最小絞り時に失火検知レベルに対し余裕があること	良好	○

赤外線ストーブ 40wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性	JIS S 2093 による	JIS 2122 による		
リフティング		ないこと	なし	○
逆火発生		ないこと	なし	○
燃焼音		60dB 以下	50dB 以下	○
消火音		爆発音がないこと	なし	○
ＣＯ濃度		0.07%以下(0.03%以下)	228ppm	○
イエローチップ		電極部に常時接触しないこと	なし	○
火移り	着実に火移りし爆発的着火がない	着実に火移りし爆発的な着火がないこと	良好	○
放射効率	JIS S 2122 による	JIS S 2122 による 15%以上	26.4%	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2122 による	JIS S 2122 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が 700ppm(500ppm)以下	273ppm	○

		燃焼排ガスの CO 濃度が 700ppm (500ppm) に達する酸素濃度(a)より不完全燃焼防止装置が作動する酸素濃度(b)が高いこと	(a) ＝ 15% 未満 (b)＝18.4%	
セラミックプレートの赤熱温度	大手ガス会社の試験方法による	780℃以上	812℃	○

ガス湯沸器（元止め式）30wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性 リフティング 逆火 燃焼音 消火音 CO 濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS 2109 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.14%以下(0.03%) 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 23.5ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルの対し十分な余裕があること	良好	○
熱効率	JIS S 2109 による	70%以上	84.7%	○
排ガス出口閉塞安全装置の作動性能	JIS S 2109 による	CO 濃度が 0.14% (0.03%) を超す閉塞率(a)より安全装置が作動する閉塞率(b)が低いこと	(a)＝78% (b) ＝ 50 % 付近	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2109 による	JIS S 2109 CO 濃度が 0.14% (0.03%) を超す閉塞率とした状態で 10 分以内にガス通路が閉ざされること	1 分以内	○
		JIS S 2109 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が 1400ppm(300ppm) 以下	80ppm	○

ガス湯沸器（先止め式）40wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否

燃焼特性 　リフティング 　逆火発生 　燃焼音 　消火音 　ＣＯ濃度 　イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS S 2109 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.28%以下(0.14%以下) 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 220ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルに対し十分な余裕があること。	良好	○
熱効率	JIS S 2109 による	70%以上	77.6%	○

別表３１１－４　消費機器別　軽微な改造内容

消費機器名	改造部位		改造内容
コンロ	ノズル		ガス流量(10.5%増)径拡大 6.9%
	ダンパー開度		ガス量に適応した燃焼エアー量絞り側へ設定変更
	ニードル		混合ガスに合う最小ガス量の設定
赤外線ストーブ	メインノズル	上バーナ	ガス流量(11.7%増)径拡大 7.7%
		下バーナ	ガス流量(12%増)径拡大 7.5%
	メインダンパー	上バーナ	一次空気減らすため開口部開度減
		下バーナ	一次空気減らすため開口部開度減
	常火パイロットノズル		ガス量(等発熱量見合い)を増やすため径拡大 5%
	常火パイロットダンパー		一次空気を減らすためダンパー径縮小
	点火パイロットノズル		ガス量(11%増)径拡大 5.6%
湯沸かし器	メインノズル		ガス量(等発熱量見合い)を増やすため径拡大
	ダンパ		一次空気量低減のためダンパー開度縮小
	能力調節子		「弱」ガス量設定のため穴系を変更
	サーモカップ設定位置		変更なし
給湯器	ノズル(マニホールドと一体)	淡炎バーナ	ガス量(6.0%増)径拡大 1.4%
		濃淡バーナ	ガス量(6.3%増)径拡大 1.9%
	伝送基盤		変更なし

別表３１１－５　軽微改造家庭用業務用消費機器の耐久試験結果

（ＤＭＥ４０ｗｔ％）

	点検項目	評価基準	外炎式ｺﾝﾛ	ｽﾄｰﾌﾞ	給湯器	湯沸器
試験期間			約８ヶ月			
試験時間(h)			約 1056	約 1048	約 1048	約 828
日常点検	ｶﾞｽ漏れ	漏れなし	○	○	○	○
	炎の様子	爆発着火・ﾘﾌﾃｨﾝｸﾞ・消火・逆火・すすの発生無し。火移り及び炎の均一性良好	○	○	○	○
定期点検	ガス消費量	JIS で規定されている定格(kW)に対して±10%以内	○	○	○	○
	安全装置出力測定	出力が基準値を満たし初期値と比較し安定している	○	構造上確認不可	○	○
	燃焼排ｶﾞｽ成分	ＣＯが JIS 基準値以下。NOx、CO_2、O_2が安定している	○	○	○	○
	燃焼部変形変色	異常な変形、変色等なし	○	○	○	○
	ｶﾞｽｶﾞﾊﾞﾅ特性	一次圧力を変化させても二次圧力が基準値内で安定している	機器にｶﾞﾊﾞﾅなし	○	○	○
	ﾎﾙﾑｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ濃度	LPG の場合と比較	供給ガスが LPG と LPG/DME 混合ガスで大きな違いはない			

○は評価基準を満たしている。

別表３１１―６　部分改造を施した消費機器のＤＭＥ混合比率での燃焼性安全性の実データ

コンロ（外炎式）40wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性	JIS S 2093 による	JIS 2103 による		
リフティング		ないこと	なし	○
逆火発生		ないこと	なし	○
燃焼音		60dB 以下	50dB 以下	○
消火音		爆発音がないこと	なし	○
ＣＯ濃度		0.14%以下	50ppm	○
イエローチップ		電極部に常時接触しないこと	なし	○
ガス量切替え時の特性	ガス量切替つまみを大→小　小→大の操作を繰り返す	逆火・消火などの異常がないこと	なし	○
熱効率	JIS S 2093 による	JIS S 2093 による こんろ専用バーナ 40%以上	55.2%	○
立ち消え安全装置出力特性	ガス量切替つまみで操作できる範囲内全てで確認	最小絞り時に失火検知レベルに対し余裕があること	良好	○

赤外線ストーブ 50wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性	JIS S 2093 による	JIS 2122 による		
リフティング		ないこと	なし	○
逆火発生		ないこと	なし	○
燃焼音		60dB 以下	50dB 以下	○
消火音		爆発音がないこと	なし	○
ＣＯ濃度		0.07%以下(0.03%以下)	246ppm	○
イエローチップ		電極部に常時接触しないこと	なし	○
火移り	着実に火移りし爆発的着火がない	着実に火移りし爆発的な着火がないこと	良好	○
放射効率	JIS S 2122 による	JIS S 2122 による 15%以上	25.3%	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2122 による	JIS S 2122 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が 700ppm(500ppm) 以下	301ppm	○

		燃焼排ガスの CO 濃度が 700ppm (500ppm) に達する酸素濃度(a)より不完全燃焼防止装置が作動する酸素濃度(b)が高いこと	(a) = 15% 未満 (b)＝18.0%	
セラミックプレートの赤熱温度	大手ガス会社の試験方法による	780℃以上	81３℃	○

ガス湯沸器（元止め式）40wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否
燃焼特性 リフティング 逆火 燃焼音 消火音 CO 濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS 2109 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.14%以下(0.03%) 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 31.6ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルの対し十分な余裕があること	良好	○
熱効率	JIS S 2109 による	70%以上	84.4%	○
排ガス出口閉塞安全装置の作動性能	JIS S 2109 による	CO 濃度が 0.14% (0.03%)を超す閉塞率(a)より安全装置が作動する閉塞率(b)が低いこと	(a)＝78% (b)＝48%	○
不完全燃焼防止装置の作動性能	JIS S 2109 による	JIS S 2109 CO 濃度が 0.14% (0.03%)を超す閉塞率とした状態で 10 分以内にガス通路が閉ざされること	1 分以内	○
		JIS S 2109 不完全燃焼防止装置作動時の燃焼排ガス中の CO 濃度が 1400ppm(300ppm) 以下	120ppm	○

ガス湯沸器（先止め式）50wt%

試験項目	試験方法	基準値	測定値	合否

燃焼特性 リフティング 逆火発生 燃焼音 消火音 ＣＯ濃度 イエローチップ	JIS S 2093 による	JIS S 2109 による ないこと ないこと 60dB 以下 爆発音がないこと 0.28%以下(0.14%以下) 電極部に常時接触しないこと	 なし なし 50dB 以下 なし 50ppm なし	 ○ ○ ○ ○ ○ ○
立ち消え安全装置の出力特性	ガス量変化範囲内、全てで確認	失火検知レベルに対し十分な余裕があること。	良好	○
熱効率	JIS S 2109 による	70%以上	76.8%	○

別表３１１―７　消費機器別　部分改造内容

消費機器名	改造部位		改造内容
コンロ	ノズル		ガス流量(15.3%増)径拡大 11.1%
	ダンパ開度		ガス量に適応した燃焼エアー量絞り側へ設定変更
	ニードル		混合ガスに合う最小ガス量の設定
	バーナヘッド		燃焼改善のため炎口変更
赤外線ストーブ	メインノズル	上バーナ	ガス流量(15.8%増)径拡大 12%
		下バーナ	ガス流量(15.2%増)径拡大 9%
	メインダンパ	上バーナ	一次空気減らすため開口部開度減
		下バーナ	一次空気減らすため開口部開度減
	常火パイロットノズル		ガス量(等発熱量見合い)を増やすため径拡大 10%
	常火パイロットダンパ		一次空気を減らすためダンパ径縮小
	点火パイロットノズル		ガス量(等発熱量見合い)を増やすため径拡大
	セラミックプレート		燃焼特性改善
湯沸器	メインノズル		ガス量(15.3%増)径拡大 8.3%
	ダンパ		一次空気量低減のためダンパ開度縮小
	能力調節子		「弱」ガス量設定のため穴系変更
	サーモカップ設定位置		作動性能改良のため設定位置
給湯器	ノズル(マニホールドと一体)	淡炎バーナ	ガス量(15%増)径拡大 7.1%
		濃淡バーナ	ガス量(16%増)径拡大 7.6%
	伝送基盤		燃焼空気減らすためファン回転数の設定変更

別表３１３―１　ガスエンジンの排ガス試験の評価表

項目	検査法	判定基準値	計測値	ＤＭＥ混合ガス比率				
			DME40%の時 () 内の数字は 触媒ありの場 合、ppm	10%	20%	30%	40%	50%
(1)								
エンジン回転数		**1700rpm**		○	○	○	○	○
出力		9.5kW		○	○	○	○	×
排ガス				○	○	○	○	○
NOｘ		600ppm 以下	122	○	○	○	○	○
CO	Nox 計	2800ppm 以下	800(10)	○	○	○	○	○
ホルムアルデヒド	検知管	10ppm 以下	55(6)	―	―	―	―	○
THC			なし					
総合評価				○	○	○	○	×

別表３１３－２　ガスエンジン耐久性試験の評価表

	項目	200r	400hr	600hr	800hr	1000hr
	燃料のDME割合	30%	30%	40%	40%	50%
	設定空燃比	リーンセット	λ ＝1	リーンセット	λ ＝1.1	リーンセット
	始動空燃比	レギュレータ再設定	○	○	○	○
	0⇒1700立ち上がり時間	△	40s○	40s○	40s○	40s△1回停止
	空燃比	○	○	○	○	A/Fセンサー破損
	点火プラグ磨耗	○ギャップ0.35mm	○0.35	○0.35	○0.35	○0.35
	点火プラグ汚損	○	○	○	○	○
	ノッキング	○なし	○	○	○	○
制御	DME30%⇒LPG 9.4kW	○	○	○	○	○
性	LPG⇒DME30% 9.4kW	○	○	○	○	○
評価	DME30%⇒LPG 5.7kW	○	○	○	○	○
	LPG⇒DME30% 5.7kW	○	○	○	○	○
	DME ratrio推定値	○	○	○	○	○
	潤滑油消費	○	○	○	○	○
	潤滑油汚れ	○	○	○	○	○
	冷却水温度	○	○	○	○	○
	潤滑油温度	○	○	○	○	○
	圧力センサ	○グリス付着	○	○	○	○
	ion sensing SECOND HA	○18	△30	△7	△10	×15ノッキング発生
	燃料Oリング	DMEによる膨潤あり	○交換	○	○	○
	レギュレータ	グリスによる漏れあり	○交換	○	○	○
	燃料遮断弁	グリスによる漏れあり	○交換	○	○	○
	スロットル	アクチュエータ作動不良	○	○	○	○

別表３１４―１　供給機器の耐久試験結果（ＤＭＥ２０ｗｔ％）

点検項目	評価基準	S型メータ	自動切替調整器	液自動切替装置	二段一次調整器、二段二次調整器	高圧ホース	Hi-Nゴム管	LPガスコード	ヒューズガス栓	検査口付きとうガス栓
気密試験	試験条件で漏れがないこと	○	○	―	○	○	○	○	○	○
基本性能試験	器差が検定公差以内であること	○								
マイコン記録データ解析	異常な記録データがないこと	○								
安全弁作動試験	作動圧力が規格値を満たしていること		○		○					
閉塞圧力試験	閉塞圧力が規格値を満たしていること		○		○					
出口圧力性能試験	出口圧力が規格値を満たしていること		○		○					
弁漏れ量測定試験	弁漏れ量が許容値を満たしていること									
切替圧力測定試験	初期値と大きく乖離しないこと									
ガス透過性能試験	透過量が規格値を満たしていること									
引抜試験	引抜き強さが規格値を満たしていること									
耐圧試験	漏れ、破壊・変形のないこと									
低温曲げ試験	ひび割れ等の異常がないこと。気密試験に漏れ等の異常がないこと									
レバー操作力性能試験	操作力が規格値を満たしていること									
作動流量性能試験	作動流量が規格値を満たしていること									
ヒューズリーク性能試験	ヒューズ漏れ量が規格値を満たしていること									
Off 弁リーク性能試験	Off 弁漏れ量が規格値を満たしていること									
目視試験	異常な変形、変色等のないこと	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○　：評価基準を満たしている

備考：供給機器はＤＭＥ２０に引き続き、ＤＭＥ４０ｗｔ％の耐久性試験を実施後に試験を実施している。このため、ＤＭＥ４０ｗｔ％耐久性試験結果参照のこと。

別表３１４―２　供給機器の耐久試験結果（ＤＭＥ４０ｗｔ％）

点検項目	評価基準	S型メータ	自動切替調整器	液自動切替装置	二段一次調整器、二段二次調整器	高圧ホース	Hi-Nゴム管	LPガスコード	ヒューズガス栓	検査口付きとうガス栓
気密試験	試験条件で漏れがないこと	○	○	○	○	○	○	○	○	○
基本性能試験	器差が検定公差以内であること	○								
マイコン記録データ解析	異常な記録データがないこと	○								
安全弁作動試験	作動圧力が規格値を満たしていること		○		○					
閉塞圧力試験	閉塞圧力が規格値を満たしていること		○		○					
出口圧力性能試験	出口圧力が規格値を満たしていること		○		＊１					
弁漏れ量測定試験	弁漏れ量が許容値を満たしていること			○						
切替圧力測定試験	初期値と大きく乖離しないこと			○						
ガス透過性能試験	透過量が規格値を満たしていること						○	○		
引抜試験	引抜き強さが規格値を満たしていること						○	○		
耐圧試験	漏れ、破壊・変形のないこと						○	○		
低温曲げ試験	ひび割れ等の異常がないこと。気密試験に漏れ等の異常がないこと						○	○		
レバー操作力性能試験	操作力が規格値を満たしていること								○	○
作動流量性能試験	作動流量が規格値を満たしていること								○	
ヒューズリーク性能試験	ヒューズ漏れ量が規格値を満たしていること								○	
Off 弁リーク性能試験	Off 弁漏れ量が規格値を満たしていること								○	
目視試験	異常な変形、変色等のないこと	○	○	*2	＊１	○	○	○	○	○

○　：評価基準を満たしている

＊１：判定困難(ドレン混入の影響)

＊２：フッ素ゴム製Ｏリング（小）の表面が液相のＤＭＥに侵され劣化認あり。

別表３２１　　論文・学会発表数内訳

年度	論文数		発表数	
平成１７年度	（英文学術論文）	0	（学会）	0
	（解説）	0	（一般講演会）	0
平成１８年度	（英文学術論文）	0	（学会）	1
	（解説）	1	（一般講演会）	2
平成１９年度	（英文学術論文）	0	（学会）	4
	（解説）	0	（一般講演会）	1
平成２０年度	（英文学術論文）	1	（学会）	5
	（解説）	0	（一般講演会）	1
合計		2		１４

論文・学会発表数（エルピーガス振興センター）

年度	論文数	発表数
平成１７年度	0（英文学術論文）	0（学会）
	0（解説）	0（一般講演会）
平成１８年度	0（英文学術論文）	0（学会）
	0（解説）	1（一般講演会）
平成１９年度	0（英文学術論文）	1（学会）
	0（解説）	1（一般講演会）
平成２０年度	0（英文学術論文）	1（学会）
	0（解説）	1（一般講演会）
合計	0	5

（学会）

Ｈ１９年１１月　　第４回　アジアＤＭＥ会議

村本

Research for Promoting the Practical Application of DME-LPG Mixture Fuel in Household Combustion

Ｈ２０年　９月　　ＷＬＰＧＡ　GTC

村本　竹ノ下

Research for Promoting the Practical Application of DME-LPG Mixture Fuel in Household Combustion

（一般講演会）

Ｈ１８年　９月　　エルピーガス振興センター研究成果発表会
広端
ＤＭＥ燃料実用化普及＆促進研究

Ｈ１９年１０月　　エルピーガス振興センター研究成果発表会
村本　竹ノ下　齊田
ＤＭＥ燃料実用化普及＆促進研究

Ｈ２０年　９月　　エルピーガス振興センター研究成果発表会
村本　竹ノ下　齊田
ＤＭＥ燃料実用化普及＆促進研究

論文・学会発表数（日本大学）

年度	論文数	発表数
平成１７年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成１８年度	０（英文学術論文）	１（学会）
	１（解説）	１（一般講演会）
平成１９年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
合計	1	2

（学会）

平成 19 年　3 月　化学工学会第 72 年会
辻智也、日秋俊彦
ジメチルエーテルに対するボンベからの自然気化モデルの構築

（一般講演会）

平成 18 年 11 月　平成 18 年次世代燃料　　日本機械学会講習会 06-100
辻智也
DME の物性とその推算法　DME のディーゼル機関への応用～

（解説）

平成 18 年 5 月
辻智也
DME 導入の意義　DME 物性測定の立場から分離技術、 36, 183

論文・学会発表数（アタム技研(株)）

年度	論文数	発表数
平成１７年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成１８年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成１９年度	０（英文学術論文）	１（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
合計	０	１

（一般講演会）

平成１９年１１月　第４回　アジアＤＭＥ会議

Kader Md.Mohafiqul 塚原弘祥　丹羽平

Report on Combustion of DME-LPG Mixture Fuel in Domestic Gas Appliances

論文・学会発表数（ヤンマー(株)）

年度	論文数	発表数
平成１７年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成１８年度	０（英文学術論文）	０（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成１９年度	０（英文学術論文）	２（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
平成 20 年度	１（英文学術論文）	４（学会）
	０（解説）	０（一般講演会）
合計	１	６

（１）表、中園、脇坂　LPG とDME の混合燃料を用いた内燃機関の研究　自動車技術会　秋季大会 (2007) 10月⇒発表

（２）Rihan,T.Nakakzono and A.Nisiｈmura`Combustion Control of SI Engines with LPG-DME Mixture Fuel`4th Asian DME conference (2007)⇒発表

（３）脇坂、表LPG-DME火花点火機関におけるノッキング現象の化学動力学に基づく３次元数値解析　日本機械学会関西支部（2008）3月⇒発表

（４)表,中園,脇坂　LPGとDMEの混合燃料を用いた火花点火機関におけるノッキングに及ぼす燃焼室形状の影響- 化学動力学モデルに基づく３次元燃焼解析-マリン学会論文集（2008）⇒論文

（５）中園、ライハン、西村、DME-LPG混合燃料のガスエンジンマイクロコージェネへの適応研究　動エネルギー技術シンポジウム　機械学会　（2008）6月⇒発表

（６）K.Raihan,T.Nakazono and A.NishimuraKnock` Improvement and Performance in SI Engines with LPG-DME Mixture Fuel `FISITA(2008)9月⇒発表

（７）H.Omote,T.Nakazono　and K.Rihan Application of a Reduced Elementary Reaction Scheme toThree-dimensional Numerical Simulation of　Knocking Phenomenon in a Spark Ignition EngineFueled by LPG-DME Mixture　COMODIA　（２００８）⇒発表

別表55－1

表１ DME製造標準価格の算出（**Ｈ１４とＨ２０**現在の対比）→**総投資額1,000milUS$,原料コスト=H20/H14=5のケース**

Ｈ１４の【３年目】前提条件：生産規模5,000ton/d、稼働日数３３３日、負荷率１００％、**総投資額500milUS$**
Ｈ２０の【３年目】前提条件：生産規模5,000ton/d、稼働日数３３３日、負荷率１００％、**総投資額750～1,000milUS$**（H14の1.5～2.0倍と想定）

	単　価		数　量		金　額		備　　考
	Ｈ１４	**Ｈ２０**	**Ｈ１４**	**Ｈ２０**	**Ｈ１４**	**Ｈ２０**	
	US$/t		千ﾄﾝ		千US$		
○変動費					78,255	351,315	
原料費	39	195	1,665	1,665	64,935	324,675	原料コスト＝H20/H14=4～5と想定
ユーティリティ	8	16	1,665	1,665	13,320	26,640	ユーティリティ=H20/H14=2.0と想定
○固定費					13,860	23,807	
保全費					6,000	12,000	総事業投資額＊1.2%
労務費					1,860	2,232	H20/H14=1.2（出典：コモンウエルスオーストラリア2008）
テクニカルS					1,350	1,350	ほぼ同額と想定
保険費用					2,150	3,225	Ｈ１４＊１．５
その他管理費					2,500	5,000	総事業投資額＊0.5%
○減価償却費					38,461	76,923	定額法１３年（総投資額/13）
小　計					130,576	452,045	
税引後内部収益率							10%とした
売り上げ額					163,220	565,056	生産量＝１，６６５千ﾄﾝ
売り上げ単価					**98.0**	**339.4**	→単位：US$/ton

＊１）Ｈ１４年度のデータの出典は、「DME製造標準価格」（日本DMEフォーラム）より

表2 海上輸送費の比較

前提：新造船　78,000m3型、LPG/DME兼用船

	H14	H20	備　　考
	US$/mt	US$/mt	運賃アップの主たる要因 1)船価63百万ドル→1億ドル
インドネシア	16	42	2)労務費＝2倍 3)燃料価格＝170US$/t→700US$/t
西豪州	20	50	㈱商船三井より
中東	29	78	輸送コストのうち、最も大きな構成比は船価である。極めて実態を把握しにくい状況下である。

別表55－2

表1 DME製造標準価格の算出（**H14と**H20現在の対比）→**総投資額750milUS$,原料コスト=H20/H14=4のケース**

H14の【3年目】前提条件：生産規模5,000ton/d、稼働日数333日、負荷率100％、**総投資額500milUS$**
H20の【3年目】前提条件：生産規模5,000ton/d、稼働日数333日、負荷率100％、**総投資額750～1,000milUS$**（H14の1.5～2.0倍と想定）

	単 価		数 量		金 額		備 考
	H14	H20	H14	H20	H14	H20	
	US$/t		千ﾄﾝ		千US$		
○変動費					78,255	286,380	
原料費	39	156	1,665	1,665	64,935	259,740	原料コスト＝H20/H14=4～5と想定
ユーティリティ	8	16	1,665	1,665	13,320	26,640	ユーティリティ=H20/H14=2.0と想定
○固定費					13,860	19,557	
保全費					6,000	9,000	総事業投資額＊1.2%
労務費					1,860	2,232	H20/H14=1.2（出典：コモンウエルスオーストラリア2008）
テクニカルS					1,350	1,350	ほぼ同額と想定
保険費用					2,150	3,225	H14＊1．5
その他管理費					2,500	3,750	総事業投資額＊0.5%
○減価償却費					38,461	57,692	定額法13年（総投資額/13）
小 計					130,576	363,629	
税引後内部収益率							10%とした
売り上げ額					163,220	454,536	生産量＝1，665千ﾄﾝ
売り上げ単価					**98.0**	273.0	→単位：US$/ton

＊1）H14年度のデータの出典は、「DME製造標準価格」（日本DMEフォーラム）より

表2 海上輸送費の比較

前提：新造船　78,000m3型、LPG/DME兼用船

	H14	H20	備　　考
	US$/mt	US$/mt	運賃アップの主たる要因 1)船価63百万ドル→1億ドル
インドネシア	16	42	2)労務費＝2倍 3)燃料価格＝170US$/t→700US$/t
西豪州	20	50	㈱商船三井より
中東	29	78	輸送コストのうち、最も大きな構成比は船価である。極めて実態を把握しにくい状況下である。